

**Transferencia de riesgo financiero asociado a subyacentes climáticos  
en el sector productivo azucarero.**

**Trabajo de grado para optar por el título de Administrador Ambiental**

**Presentado por:  
Fabio Andrés Naranjo Morales**

**Director:  
Tito Morales Pinzón**

**Universidad Tecnológica de Pereira  
Facultad de Ciencias Ambientales  
2018**

## Contenido

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	JUSTIFICACIÓN.....	3
3	OBJETIVOS .....	6
3.1	GENERAL .....	6
3.2	ESPECÍFICOS .....	6
4	PROPUESTA METODOLÓGICA.....	7
4.1	IDENTIFICACIÓN.....	7
4.2	EVALUACIÓN .....	8
4.3	SELECCIÓN TÉCNICA ADMINISTRACIÓN DE RIESGO .....	8
4.3.1	Cobertura .....	8
4.3.2	Aseguramiento .....	8
4.3.3	Diversificación .....	8
4.4	IMPLEMENTACIÓN .....	9
4.5	REVISIÓN .....	9
5	ANTECEDENTES.....	10
6	MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL.....	11
6.1	PROCESO DE TRANSFERENCIA DEL RIESGO .....	12
6.2	TIPOS DE MERCADOS .....	14
6.2.1	Mercado organizado (Merton, 2003).....	14
6.2.1	Mercado OTC o Mostrador .....	14
6.3	EL ÍNDICE CLIMÁTICO.....	15
7	IDENTIFICACIÓN EL EVENTO CLIMÁTICO.....	16
7.1	GENERALIDADES .....	16
7.1.1	Delimitación y caracterización del terreno de estudio .....	16
7.1.2	Factores Climáticos en el Valle del Cauca:.....	17
7.2	FENOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR .....	18
7.2.1	Precipitación.....	18
7.2.2	Temperatura.....	19
7.3	IMPLICACIONES DEL FENÓMENOS DEL NIÑO Y LA NIÑA .....	20
7.4	RIESGO CLIMÁTICO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN COLOMBIA . .....	21

8	ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS CLIMÁTICOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD .....	22
8.1	INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO DE CAÑA AZUCARERA .....	22
8.2	INDICE CLIMÁTICO LLUVEX 100.....	24
9	IMPLEMENTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE RIESGO.....	33
9.1	ACERCAMIENTO NORMATIVO EN COLOMBIA.....	33
9.2	EL SWAP O PERMUTA FINANCIERA .....	35
9.3	SWAP, MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE RIESGO.....	36
9.4	VALOR EN DINERO DE LA UNIDAD DE MEP .....	37
9.5	DISEÑO DE DERIVADO “CONFIRMACIÓN SWAP CLIMÁTICO” .....	38
9.6	MODELO EJEMPLO DE CONTRATO SWAP .....	39
10	CONCLUSIONES .....	46
11	BIBLIOGRAFÍA .....	48
12	ANEXOS.....	52
12.1	Anexo 1. Datos y cálculo del índice Lluvex 100.....	52
12.1	Anexo 2. Medias Móviles de 2 a 12 periodos.....	57

## Lista de Figuras

Figura 1. Proceso de Administración del Riesgo de Merton. Elaboración propia.....	7
Figura 2. Instrumentos financieros optimo según variable climático, Fuente: Elaboración propia. ....	13
Figura 3. Zona productora de Azúcar En Colombia. Fuente: Cenicaña.....	17
Figura 4. Red Meteorológica Automatizada en el Valle del Cauca. Fuente: Cenicaña. ....	24
Figura 5. Indicador suavizado 4 periodos de precipitación contra TCH. Fuente: Elaboración propia.....	26
Figura 6. Índice Lluvex 100. Fuente: Elaboración propia.....	27
Figura 7. Índice Lluvex 100 confrontado con TCH. Fuente: Elaboración propia. ....	28
Figura 8. Regresión lineal Índice Lluvex 100 confrontado con TCH. Fuente: Elaboración propia. ....	29
Figura 9. Regresión lineal de prueba. Fuente: Elaboración propia. ....	32

## Lista de tablas

Tabla 1. Correlación entre la precipitación y TCH. Fuente: elaboración propia. ....	25
---	----

## 1 INTRODUCCIÓN

La autodeterminación Humana en la búsqueda de su supervivencia configura la génesis y motor de las transformaciones al ambiente, no hay límites para el hombre en la conquista de la naturaleza, sin embargo, el clima ha configurado uno de sus principales aspectos que lo limita, este es un factor económico importante ya que afecta la capacidad de generar valor en la actividad productiva humana.

Las condiciones climáticas extremas han configurado riesgos para la esfera social y económica de la humanidad a lo largo de historia, se relaciona incluso al climático como el riesgo más antiguo al que se ha enfrentado la organización económica humana, sin embargo, hasta hace relativamente poco, no existía el nivel de sofisticación que ha favorecido el traslado de este riesgo a los mercados de capital los cuales ofrecen coberturas económicas eficientes a toda actividad sensible a variaciones meteorológicas específicas.

La cobertura hacia el riesgo climático es pues un mecanismo necesario para contrarrestar la afectación a los ingresos y costos de una producción, limitando la incertidumbre y volatilidad en sus flujos de efectivo, esto se hace a través de los derivados climáticos.

Un derivado del clima se basa en un subyacente que no cotiza en bolsa como otros activos financieros (acciones, índices bursátiles, divisas, entre otros). Este instrumento se apoya en el clima mismo, actualmente este es un mercado maduro en países desarrollados como Estados Unidos, pero hoy en día Europa, Asia y América Latina están entrando en este mercado, tiene un gran potencial de crecimiento y atiende una amplia gama de sectores productivos.

Dentro del éxito de los derivados climáticos desde su creación en el año 1997, se encuentra la compensación de resultados operativos negativos no deseados para cientos de compañías, entidades públicas y gobiernos de todo el mundo

contribuyendo a la no destrucción de empleo, e incluso al desarrollo de territorios desfavorecidos.

Si bien en Colombia no existe un mercado de derivados climáticos, este trabajo tiene como objetivo aportar en el resurgimiento del mismo como mecanismo de adaptación a la variabilidad climática que día tras día produce pérdidas cuantiosas en la economía del país.

## 2 JUSTIFICACIÓN

El cambio climático que afronta la sociedad global es producido por la actividad económica humana que ha introducido consistentemente a la atmósfera gases partícipes del efecto invernadero (GEI de ahora en adelante). El efecto invernadero es un proceso natural donde los GEI atrapan el calor dentro del sistema de la atmósfera terrestre (Intergovernmental panel of climate change, 2001), este efecto convive en el planeta como proceso de auto regulación térmica, pero la actividad económica de los sistemas humanos durante los dos últimos siglos ha aumentado la concentración en la atmósfera de los GEI, como resultado el calentamiento global es estimulado por fuerzas antropogénicas.

Una de las manifestaciones a corto plazo de este desequilibrio, es el aumento de eventos climáticos extremos en frecuencia y magnitud induciendo a que las condiciones climáticas y micro climáticas de algunos territorios se vean modificados.

En el caso del sector azucarero colombiano, se afecta directamente a la productividad por lo que se hace necesario internalizar este riesgo con un instrumento financiero diseñado para atender esta variable, ya que para Colombia según la Organización Internacional del Azúcar este sector es muy importante pues ocupa el décimo tercer lugar como productor y el décimo como exportador de azúcar en el mundo (Arbeláez, 2010).

Según el estudio realizado por Weatherbill Inc (2008) sobre la sensibilidad global con el clima, Colombia está catalogada como el veinteaño país con mayor sensibilidad con respecto al clima en el mundo, lo cual implicaría un impacto de reducción de 32% sobre PIB de Colombia sensible al clima.

Los desarrollos actuales en el mercado de derivados financieros han llevado a otro nivel la posibilidad de administrar el riesgo climático; mediante derivados sobre eventos extremos del clima se hace la respectiva transferencia de riesgo, buscando

que cada agente participante logre una combinación apropiada entre el riesgo y la rentabilidad que desea.

Se piensa a primera vista que los derivados climáticos son un émulo de los seguros climáticos, pero en realidad son dos instrumentos muy diferentes; los seguros cubren pérdidas totales por catástrofes (alto riesgo pero con baja probabilidad) y los derivados hacen la cobertura ante las fluctuaciones climáticas que generan menores ganancias para las compañías (riesgo más bajo pero con mayores probabilidades de ocurrencia) aportando capacidad de control y adaptación frente al riesgo en el clima.

Respecto al objetivo principal de este trabajo, consiste en un acercamiento al tema desde la visión de uso como cobertura, es de recordar que los derivados financieros son celebres por ser vehículos especulativos, sin embargo, este no es el caso, ya que se pretende aportar a la escasa bibliografía disponible en español, dado que es inminente el uso de estos instrumentos en el país y su avance a nivel mundial así lo demuestra.

La organización que despliegue este mecanismo en sus procesos, fortalecerá su gestión del riesgo, disminuiría la sensibilidad que tenga ante variaciones en el clima, protegería los resultados financieros, estabilizaría el flujo de caja respecto a posibles alteraciones por eventos climáticos, generaría así adaptación al cambio y mayor control en la planificación de procesos productivos aumentado la competitividad de la empresa.

La exploración de los instrumentos financieros en el ámbito ambiental deben ser parte de la formación integral del Administrador Ambiental en su rol de gestor del desarrollo, cultivando competencias propias para una economía de mercado emergente como la de Colombia y ofreciendo alternativas a los manejos culturales que tradicionalmente se han adoptado y que son restrictivos para usarse en sistemas productivos a escala.





### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 GENERAL**

Generar una estrategia de adaptación a la variabilidad climática para el sector productivo azucarero por medio de la transferencia del riesgo utilizando derivados financieros asociados a subyacentes climáticos.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

-Identificar el evento climático que más afecta al cultivo de caña en el Valle del Cauca.

-Analizar los aspectos que configuran la afectación en la productividad del cultivo de la caña de azúcar a través de la indexación del evento climático en el Valle del Cauca.

-Diseñar el instrumento financiero para la transferencia del riesgo climático en el cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca.

## 4 PROPUESTA METODOLÓGICA

Para lograr generar una estrategia de adaptación a la variabilidad climática en el sector productivo azucarero por medio de la transferencia del riesgo utilizando derivados financieros asociados a subyacentes climáticos, esta investigación se guio principalmente por el proceso de Administración del riesgo descrito por el premio nobel Robert C. Merton en su obra Finanzas (2003) asumiendo a los eventos climáticos extremos como un riesgo operativo en el funcionamiento corporativo.

El pproceso de Administración del Riesgo está compuesto por una serie de etapas que ejecutadas de manera consecutiva expone la ruta que se debe seguir para administrar el riesgo con enfoque financiero.

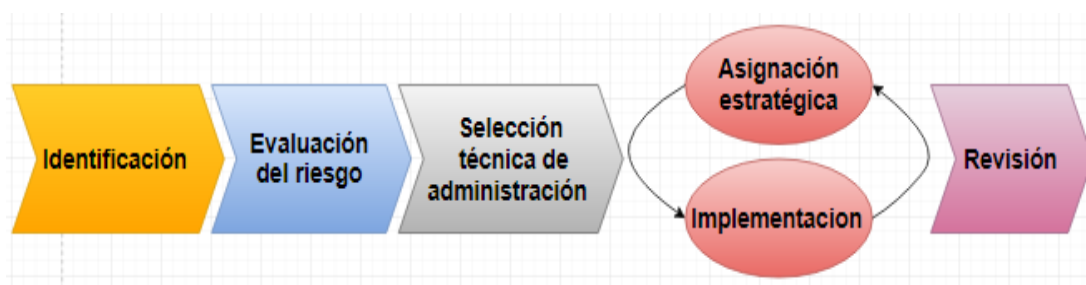


Figura 1. Proceso de Administración del Riesgo de Merton. Elaboración propia.

### 4.1 IDENTIFICACIÓN

El alcance de esta etapa es vislumbrar el evento climático que más afecta al cultivo de caña en el Valle del Cauca, para ello se hizo una recolección de información secundaria haciendo una revisión bibliográfica, en lo que concierne el conocimiento del terreno de estudio, los principales factores climáticos de la zona y posteriormente se reconoció la fenología de la caña de azúcar y las implicaciones de fenómenos extremos sobre el cultivo, resaltando los efectos más importantes para la configuración del Riesgo climático.

## **4.2 EVALUACIÓN**

Identificados los factores climáticos que más influyen en el cultivo de caña de azúcar, se procede a pasar a un valor cuantitativo de dicho riesgo, para ello se indexa esta característica a través del índice Lluvex 100 del cual se profundiza más adelante en la discusión de la investigación.

Para la etapa de evaluación de este trabajo se procedió a identificar primero los indicadores de productividad más sensibles al clima en el cultivo de caña azucarera, con esta información se diseñó el Índice climático LLUVEX 100; para validar la utilidad del índice como herramienta comparativa del desempeño productivo frente al clima se hizo un análisis de correlación con una regresión lineal entre el Índice Lluvex 100 y el indicador de productividad (ver Anexo 1 y Anexo 2).

## **4.3 SELECCIÓN TÉCNICA ADMINISTRACIÓN DE RIESGO**

Merton (2003) propone tres mecanismos para la transferencia del riesgo:

### **4.3.1 Cobertura**

Para cubrir la posible pérdida se cede la posibilidad de ganancia a través de contratos derivados financieros, trasladando el riesgo de posibles pérdidas al mercado de capitales donde se internalizará y a contraparte, si el riesgo no se ejecuta se amortizará con las posibles ganancias que se lleven a cabo.

### **4.3.2 Aseguramiento**

Consiste en el pago de una prima para evitar la posibilidad de una pérdida mayor a través de un seguro tradicional.

### **4.3.3 Diversificación**

Aquella acción en la que se opta por apostarle a actividades productivas que no se vean afectadas por el riesgo climático particular a transferir.

Se asume que la diversificación no es viable para la propuesta debido al alto grado de especialización de las empresas productoras de azúcar en el Valle del Cauca, el aseguramiento no se contempló debido a la función tan alejada que cumple con respecto a la administración del riesgo que se aborda en la investigación y más adelante se ahonda al respecto.

La asignación estratégica está más ligada a la política interna de la empresa respecto al uso de coberturas financieras, no entra en el alcance del trabajo, sin embargo, se cita debido a su importancia, consiste en el plan, métodos y herramientas con las que cuenta la empresa para designar el mejor momento de adquirir una cobertura climática o derivado climático.

#### **4.4 IMPLEMENTACIÓN**

En esta etapa se genera las respectivas acciones que se deben llevar a cabo para que la cobertura sea una realidad, inicia en el análisis de la normatividad concerniente a cada uno de los aspectos que pueden hacer posible la propuesta, se explora el tipo de traslado de riesgo que se llevara a cabo, se continua diseñando el instrumento financiero para la transferencia del riesgo climático en el cultivo de caña de azúcar con el formato de contrato pertinente a las definiciones y parámetros propuestos por la ISDA (International Swaps and Derivatives Association).

#### **4.5 REVISIÓN**

Es la etapa de la administración del riesgo que compete al control en función de los resultados obtenidos por el despliegue de la estrategia, debido al alcance de esta investigación no se llegará a este punto, pero se considera importante exponer su existencia.

## **5 ANTECEDENTES**

El primer referente mundial de uso, crecimiento y expansión de derivados climáticos es EEUU donde se generó la primera transacción en el mercado OTC en 1996 cuando Koch Industries y ENRON pactaron un HDD (Heating degreeday) swap para el invierno de 1997 en Milwaukee, Wisconsin (WRMA, 2010), en vista de la oportunidad, la Bolsa Mercantil de Chicago decidió crear un mercado organizado al respecto, registrando hasta 7000 operaciones por mes en 2007, con presencia en 47 ciudades del mundo: 24 en EEUU, 6 en Canadá, 11 en Europa, 3 en Asia y 3 en Oceanía. Se estima que el 95% de todas las transacciones tienen como subyacente a la temperatura.

En Latino América se registran desarrollos al respecto por parte del mercado a Término de Rosario S.A. (Rofex), en Colombia aún no hay un mercado estructurado para comerciar estos instrumentos, pero hay acercamientos por parte del Banco Inter americano de Desarrollo, este ya llevo a cabo en mercado y en coordinación con el gobierno Colombiano el primer producto financiero para administrar un riesgo asociado a eventos extremos en el ambiente (cobertura por terremotos con bonos catastróficos), además, la normativa Colombiana no es excluyente con el funcionamiento y uso de estos instrumentos de cobertura, se le reconoce y ese es el primer paso para la creación del mercado de riesgo climático.

## **6 MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL**

Actualmente el cambio climático se configura como uno de los retos a nivel global que la humanidad tiene por afrontar, este se evidencia en una importante variación estadística en el estado medio del clima o en su variabilidad, que persiste durante un período prolongado a escala global o regional, normalmente decenios o incluso más (Intergovernmental Panel of Climate Change, 2001).

La variabilidad climática son las variaciones dentro del estado medio de una condición predominante (normal climática) en sus datos estadísticos, está más asociada a eventos específicos en el estado del tiempo, estas fluctuaciones son intra estacionales (variaciones de dos o tres meses), inter anuales (de año en año) en Colombia está asociada al fenómeno ENSO (MONTEALEGRE, 2009), es de anotar que en la noción de cambio climático la persistencia de la anomalía en la escala temporal es de enormes magnitudes, es entonces la variabilidad climática el fenómeno más apreciable y acotado para abordar dicho problema de manera práctica.

En un escenario de variaciones en el clima se propician condiciones para la aparición de fenómenos extremos que son de ciclos regulares (variabilidad climática), pero se presentan alterados en su distribución espacio temporal, sus valores de intensidad y magnitud, en un aumento de la media, varianza o incremento en media y varianza a la vez con respecto a los valores mensuales, estacionales y anuales.

La nueva realidad del clima afecta directamente a toda actividad socio-económica sensible a los eventos extremos de los factores climáticos, al aumentar la incertidumbre en el desempeño del comportamiento de la demanda de bienes y servicios o afectar la productividad de los mismos, lo anterior se da en el rango de la afectación parcial, hecho que puede empeorar cuando los eventos climáticos exceden los niveles de tolerancia a extremos y se llega a la afectación total.

Según Weatherbill Inc (2008) revela en su estudio, Colombia está catalogada como el veinteavo país con mayor sensibilidad con respecto al clima en el mundo, lo cual implicaría un impacto del 32% sobre el PIB; el profesor Philippe Jorion le da el nombre de riesgo financiero a “la volatilidad de los flujos financieros no esperados” (Jorion, 2007) lo que conlleva a que un riesgo climático se configura con la exposición a eventos extremos del estado del tiempo (exposición prolongada a lluvias intensas, picos extremos en temperatura, aparición de eventos climáticos inesperados como vendavales, entre otros) que aumentan la volatilidad de los flujos financieros no esperados.

Ya internacionalmente se habla de atender los efectos negativos del Cambio Climático (IPCC, 2001) concentrando los esfuerzos en dos acciones: la Mitigación, que consiste en reducir y limitar las fuentes causales del cambio climático (Emisiones de Gases de Efecto Invernadero) y la Adaptación, que es el ajuste de los sistemas humanos o naturales frente a entornos nuevos o cambiantes para reducir la vulnerabilidad.

En este caso se desarrolla la idea de adaptación respecto al riesgo climático, a través de la apropiada administración del mismo (BODIE, 2003), usando el método de transferencia de riesgos con instrumentos derivados financieros (Mussio, 2009) hacia el mercado de capitales para generar cobertura climática.

## **6.1 PROCESO DE TRANSFERENCIA DEL RIESGO**

La transferencia de riesgos se puede hacer de tres formas, como Cobertura, esto implica que para cubrir la posible pérdida se cede la posibilidad de ganancia, esta se hace con Derivados Climáticos, la segunda forma, el Aseguramiento que es hacer un pago de una prima para evitar la posibilidad de pérdida mayor se hace con un seguro climático y la tercera la Diversificación que consiste en apostarle en

paralelo a actividades productivas que no se vean afectadas por la misma variable climática.

Se descarta la diversificación debido al grado de especialización de las estructuras productivas del sector azucarero, queda la disyuntiva entre los seguros climáticos y los derivados climáticos que cumplen una tarea aparentemente similar, sin embargo, no se deben usar en las mismas circunstancias del evento climático como se ve a continuación:

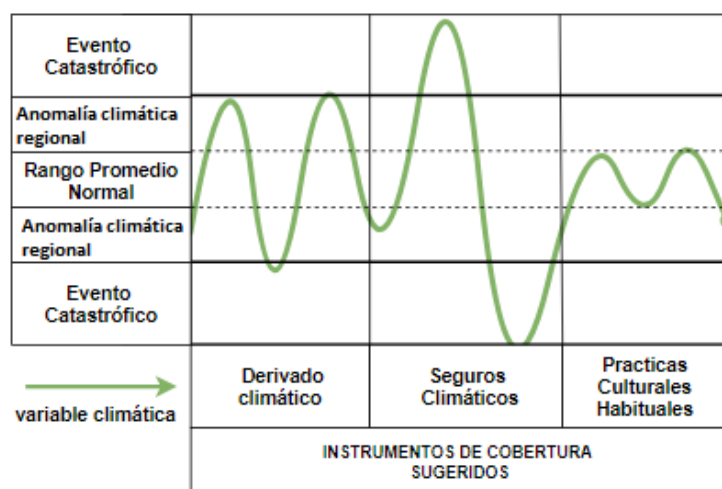


Figura 2. Instrumentos financieros optimo según variable climático, Fuente: Elaboración propia.

El riesgo climático se puede dividir en dos categorías (Thornes, 2003) "eventos extremos" y "anomalías climáticas regionales".

Los eventos extremos o "catástrofes" son eventos de alta probabilidad y bajo riesgo, generalmente causan sus estragos en unas pocas horas o pocos días, (inundaciones, huracanes, tormentas de viento y tormentas de granizo). Las anomalías climáticas regionales, por otro lado, generalmente son causadas por un clima regional inusual que puede ser persistente durante semanas o meses, pueden ser eventos de alta probabilidad (sequía o una ola de calor, la lluvia persistente o las condiciones nubosas).



Los efectos económicos negativos que pueda tener el sector azucarero a causa de la volatilidad en el clima asociada a la variabilidad climática se pueden internalizar en el mercado de capitales, a través del uso de un derivado climático que cubra de eventos de alta probabilidad y afectación moderada (anomalías climáticas regionales), ya para eventos de baja probabilidad con afectaciones superiores o totales (catástrofes) se tiene el seguro climático.

Los derivados son “contratos entre dos partes donde se define cómo se harán los pagos entre ellos al final de un período de ejercicio de acuerdo con un resultado acordado” (Thornes, 2003). Estos se vuelven de corte climática cuando los pagos acordados de este contrato están basados en el comportamiento de subyacentes del estado del tiempo que se referencian con un índice alimentado por los datos cuantitativos de los eventos climáticos que se caracteriza por la alta correlación con el comportamiento financiero de la actividad productiva a cubrir, ejemplo: la precipitación acumulada que se calcular sobre un territorio delimitado donde se hace agricultura o la ocurrencia de eventos específicos como heladas o desastres.

El derivado se emite por la entidad con interés de cubrir su riesgo y se intercambia en un mercado de capital estructurado (Bolsa de valores) o en el mercado OTC (mercado mostrador), en forma de contrato transable puede diseñarse como: Futuros o contratos a plazo, Opciones o contratos de compra y Swaps o permutas financieras.

## **6.2 TIPOS DE MERCADOS**

### **6.2.1 Mercado organizado (Merton, 2003)**

Se caracteriza por ser un mercado centralizado físicamente (bolsa de valores o bolsa mercantil) donde se comercias contratos estandarizados y es el lugar de encuentro entre los diferentes actores financieros.

### **6.2.1 Mercado OTC o Mostrador**

Se caracteriza por no ser un mercado centralizado, no requiere de la intermediación

de una bolsa de valores ya que los actores se encuentran directamente, los contratos derivados son hechos a la medida de la necesidad de las partes.

En cualquiera de los dos mercados el contrato se comercia y la entidad que lo adquiera toma posición de contra parte, dispuesta a compensar posibles pérdidas por eventos climáticos del emisor en función de la valuación y comportamiento del índice climático ya pactado.

### **6.3 EL ÍNDICE CLIMÁTICO**

Los índices reflejan el comportamiento de un aspecto del clima en particular del cual se tenga interés, principalmente se diseñan de tal forma que refleje con alto grado de correlación el comportamiento de la actividad a cubrir el riesgo, ejemplo: grados Celsius acumulados, promedio luz solar, acumulación de lluvias, velocidad de vientos entre otros, las herramientas que proveen información van desde estaciones meteorológicas hasta satélites (ISDA, 2005).

## **7 IDENTIFICACIÓN EL EVENTO CLIMÁTICO**

### **7.1 GENERALIDADES**

#### **7.1.1 Delimitación y caracterización del terreno de estudio**

El Valle del Cauca se ubica en América del sur, al sur occidente de la República de Colombia, tiene una superficie de 22.140 km<sup>2</sup> y una población de 4'660.438 habitantes, sus límites están:

- por el norte con los departamentos de Chocó y Risaralda.
- por el oriente con los departamentos de Quindío y Tolima.
- por el sur con el departamento del Cauca.
- por el occidente con Océano Pacífico y el departamento del Chocó.

El Valle geográfico del río Cauca es un valle alto ubicado entre las cordilleras central y occidental a una altura de 1.000 msnm, es la zona donde se asientan principalmente los cultivos de caña de azúcar en Colombia, tiene una extensión de aproximadamente 240 km de largo y un ancho que varía en Yumbo y Palmira con 32 km y 12 km en Yotoco, Guadalajara de Buga y La Victoria, abarcando una superficie aproximada de 3.000 km<sup>2</sup>, la topografía es plana, con pendientes inferiores a 1,5%.

El área cultivada con caña se estima en 185.000 hectáreas (Torres, 1995), la franja amarilla en el mapa Numero uno denota la frontera del cultivo de caña de azúcar el Valle geográfico del rio Cauca.

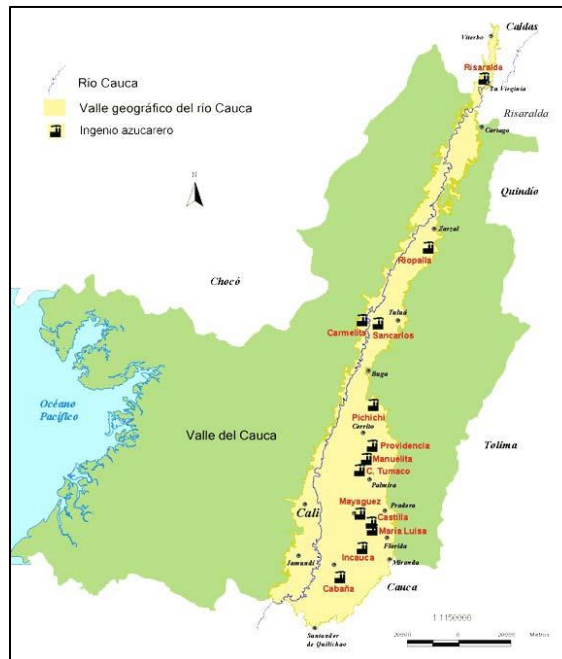


Figura 3. Zona productora de Azúcar En Colombia. Fuente: Cenicaña.

### 7.1.2 Factores Climáticos en el Valle del Cauca:

En el valle geográfico del río Cauca las fluctuaciones de los eventos climáticos son moderadas, lo que genera una cierta estabilidad que favorece el desarrollo de la actividad agrícola, los principales factores climáticos presentes en el Valle del Cauca son:

**Precipitación:** Con una media anual que varía entre 1000 mm y 1.500 mm, se presentan dos períodos de lluvias en el año más o menos regulares, que comprenden desde marzo hasta mayo y desde octubre hasta noviembre (Hernández, 2014) facilitado por estar en la zona de convergencia intertropical

**Vientos:** La velocidad del viento promedio a 10 metros de altura es de 2 a 3 metros por segundo con dirección predominante a lo largo del año W-E, los valores más altos se presentan durante los meses de junio a septiembre con 6,1 metros por segundo (Ideam, 2018).

**Temperatura:** Con una media multi anual de 22 a 26 grados Celsius los valores más altos se ubican entre los periodos de lluvia (Ideam, 2018).

**Brillo solar:** El Valle del Cauca tiene un promedio de 6 horas diarias de exposición (Buenaventura, 1981) y alrededor de 4,5 a 5 KW/m<sup>2</sup> de media diaria de irradiación global horizontal (Ideam, 2018).

**Humedad relativa:** Este factor climático muestra una media anual multi anual de 75-80% además se registra una evapotranspiración de 100 mm a 130 mm en promedio (Ideam, 2018).

## **7.2 FENOLOGÍA DE LA CAÑA DE AZÚCAR**

A partir de las características agro climáticas de una zona se puede hacer el acercamiento del posible rendimiento para un cultivo, la temperatura, la estacionalidad e intensidad de las lluvias son las variables climáticas más determinantes en el cultivo de la caña de azúcar (Cortés, 2013).

La caña de azúcar es un pasto perenne que pertenece a la familia de las gramíneas, como planta tipo C4 se caracterizan por una alta tasa de fotosíntesis, este proceso es fundamental para determinar la productividad de biomasa (sacarosa y el bagazo) por hectárea/año (Estévez, 1986).

### **7.2.1 Precipitación**

La caña requiere de 8 a 9 mm de agua por hectárea/día durante días calurosos y 3 mm en las épocas más frías (Buenaventura, 1981), es de tener en cuenta que los requerimientos de agua de este cultivo en el valle del Cauca por ciclo de 13 meses oscilan entre 1000 y 1250 mm (Torres, 2004).

El déficit de agua que ocurre en algunos periodos en el Valle del río Cauca causa disminución significativa en el alargamiento de los tallos, esta afectación impacta especialmente los últimos meses del crecimiento de la planta donde se da el mayor consumo de agua según Viveros (2011), ya en los primeros meses de crecimiento del cultivo, una buena oferta de agua estimula la rápida elongación y formación de entrenudos.

En cuanto a los eventos climáticos que favorecen el exceso de humedad, producen elevadas toneladas de cosecha pero bajo rendimiento en sacarosa, además en el período de maduración el exceso de precipitación produce pobre calidad de jugo, exagera el crecimiento vegetativo y dificulta las operaciones de cosecha y transporte (Cortés, 2013), la recuperación de azúcar es mayor cuando el clima es seco pues favorece la acumulación sacarosa.

### **7.2.2 Temperatura**

En cuanto a la temperatura, la caña crece de manera óptima en un rango de 26°C a 32°C, las temperaturas menores a 21 °C retardan el crecimiento de los tallos, a temperaturas mayores (sobre 38°C) se reducen la tasa de fotosíntesis y aumentan la respiración, la sacarosa puede degradarse en fructuosa y glucosa, lo que produce menor acumulación de azúcares (Estévez, 1986).

La oscilación en la temperatura o los cambios grandes en la temperatura de un máximo diurno a un mínimo nocturno estimulan una mayor concentración de sacarosa (Estévez, 1986), Cortés (2013) ubica que el rango ideal de esta diferencia debe estar entre 10 °C o 12 °C y especialmente en la fase de maduración.

### **7.2.3 Otros factores**

La tasa de fotosíntesis neta ( $F_n$ ) promedio identificada por Cenicaña para el Valle del Cauca es de 50 micro moles de  $\text{CO}_2/\text{m}^2/\text{seg}$ ; la  $F_n$  aumenta con la intensidad de

la luz y las concentraciones de CO<sub>2</sub>, además esta tasa está estrechamente relacionada con la conductancia estomática que se ve influida por la intensidad de la luz y balance hídrico del complejo planta-suelo-aire (Estévez, 1986) la tasa de producción de biomasa tiende a disminuir con la edad del cultivo.

La luminosidad tiene influencia en la asimilación del nitrógeno aplicado (Buenaventura, 1981), cuando esta es alta aumenta la producción de materia seca y por el contrario, cuando la intensidad lumínica es baja la humedad aumenta y la producción de biomasa es baja.

Lo que respecta a los vientos afectan solo si son muy fuertes porque generan daños mecánicos al cultivo.

### **7.3 IMPLICACIONES DEL FENÓMENOS DEL NIÑO Y LA NIÑA**

Las anomalías que se manifiestan en la variabilidad climática impactan al sector azucarero directamente con afectaciones parciales en la productividad, debido a la influencia directa de comportamientos como el régimen de lluvias y la oscilación de la temperatura, que serán menos previsibles, además del aumento de la frecuencia de extremos climáticos.

También con posibles afectaciones permanentes con eventos como inundaciones y deslizamientos en terrenos cultivados, favorecimiento de proliferación de plagas y expansión de enfermedades, cambios en los ciclos vegetativos de los cultivos, mayor estacionalidad de la producción (Fernández, 2013) lo que complicaría la planificación de las actividades agrícolas.

En Colombia se ha observado que cuando se presenta el fenómeno del niño hay déficit moderado de precipitación en el Valle de Cauca (entre el 20 y el 40% en los volúmenes mensuales) y cuando hay influencia del fenómeno de la Niña, se ha dado un descenso de la temperatura del aire durante las horas del día, además de

excedentes a los valores normales de precipitación mayores al 40% (Montealegre, 2009).

La afectación de la variabilidad climática impacta cuando se supera el umbral de tolerancia del cultivo en alguna de las fases fenológicas específicas, llevando a la reducción del rendimiento o a la pérdida total.

#### **7.4 RIESGO CLIMÁTICO EN EL CULTIVO DE CAÑA DE AZÚCAR EN COLOMBIA**

El cultivo de la caña de azúcar presenta diferentes riesgos entre los que se encuentran los riesgos Estratégicos, Financieros, de Cumplimiento y Operativos, el riesgo por afectación climática (cambio climático, fenómeno del niño y la niña) está catalogado como riesgo estratégico con alta probabilidad y de alto impacto (Alzate, 2015).

La afectación climática sobre el cultivo se da debido a que los ciclos regulares de precipitación y su distribución se ven alterados con la variabilidad climática en sus valores de intensidad, magnitud y estacionalidad, con el aumento de la media, aumento en varianza o incremento en media y varianza a la vez.

Buenaventura (1981) identifica que la distribución de las lluvias determina en mayor parte la cosecha del cultivo, lo que complementa Alzate (2015) cuando identifica una correlación de 72% entre PIB del sector azucarero y el fenómeno de la niña, es entonces el evento de precipitación en influencia del periodo de fenómeno Enos de No-niño el evento climático que más reacción genera en la producción azucarera.



## **8 ANÁLISIS DE LOS ASPECTOS CLIMÁTICOS QUE AFECTAN LA PRODUCTIVIDAD**

### **8.1 INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO DE CAÑA AZUCARERA**

En la actividad de producción azucarera se mide la productividad con dos principales indicadores: TCH y RTO.

El TCH que son las siglas de toneladas de caña por hectárea, valor que indica el peso del material cosechado al final de la siembra en una unidad de superficie de una hectárea, el promedio de este valor para el Valle del Cauca es de 120 t/ha (Cenicaña, 2013).

El RTO % que son las siglas de porcentaje de rendimiento, valor que indica la representación porcentual del peso del azúcar extraído sobre el tonelaje total, el promedio para el Valle del Cauca es al rededor del 11 %.

El valor de estos indicadores depende de múltiples variables como: variedad de la caña, edad del corte, método de cosecha, desempeño agro climático del cultivo, condiciones nutricionales del suelo, tipo de cosecha, permanencia en el campo, plagas y enfermedades, entre otros, sin embargo, se asume que en el proceso agro industrial esas variables son intervenidas para generar un entorno estable y propicio a las exigencias del cultivo a excepción de las condiciones climatológicas, para efectos de este trabajo se ubica en las fluctuaciones climáticas la relación más fuerte que influye en los indicadores TCH y RTO % (Villegas, 2016).

En general, en el periodo de sequía se presenta amplias oscilaciones en las mediciones de temperatura que ayuda a la formación de sacarosa y en el periodo de lluvias constantes la temperatura es relativamente estable, se espera que la

cosecha de caña genere perdida de sacarosa y aumento de TCH, no obstante, la influencia del clima sobre caña, varía de acuerdo al estado temporal del cultivo.

Se sabe que TCH y RTO% tienen una correlación negativa (Villegas, 2016), por ende, trasladar el riesgo climático basado en alguno de los dos indicadores es viable, pero debido a la escala de tiempo de los datos encontrados la productividad medida en TCH será la tratada y como ya se dijo se abordara la variable climática precipitación.

## 8.2 INDICE CLIMÁTICO LLUVEX 100

Para el desarrollo de este trabajo se apoyaron los datos en las Red Meteorológica Automatizada (RMA) de Cenicaña, que tiene una cobertura total en la zona geográfica del Valle del río Cauca como se aprecia a continuación:

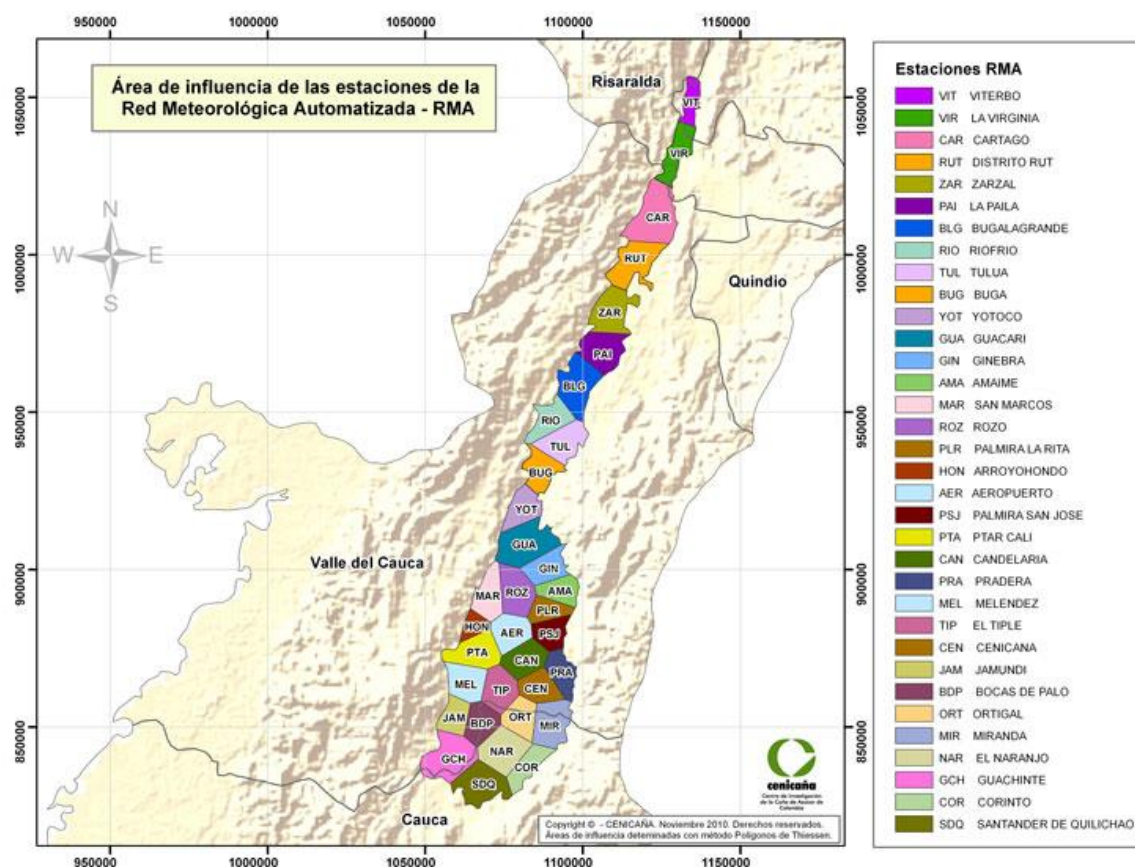


Figura 4. Red Meteorológica Automatizada en el Valle del Cauca. Fuente: Cenicaña.

En la elaboración del índice climático se usaron datos aportados por Cenicaña para el Valle del Cauca, estos están desplegados en dos periodos de tiempo, de 1996 a 2001 y de 2008 a 2016 (Villegas, 2016), están entregados en forma de promedios mensuales, y para efectos de este trabajo se usarán solo los datos de del TCH y la precipitación.

Inicialmente se buscó una correlación directa usando el coeficiente de Pearson siguiendo la línea que plantea la literatura al respecto, dicha relación arrojó un valor de 0,20 esto indica que existe una baja correlación de productividad medida en TCH y la precipitación del momento, se plantea entonces, realizar el análisis con diferentes medias móviles de la precipitación (desde dos meses hasta doce meses) para encontrar los valores más altos de  $r$ .

Tabla 1. Correlación entre la precipitación y TCH. Fuente: elaboración propia.

$P$	$r$ de Pearson
Precipitación	0,20
Media móvil de 2	0,28
Media móvil de 3	0,35
Media móvil de 4	0,43
Media móvil de 5	0,48
Media móvil de 6	0,52
Media móvil de 7	0,53
Media móvil de 8	0,54
Media móvil de 9	0,53
Media móvil de 10	0,52
Media móvil de 11	0,48
Media móvil de 12	0,43

La experiencia que compartieron algunos productores de caña de azúcar expresa que el impacto de la lluvia no se ve inmediatamente, se observan varios meses después, sin embargo, existen cambios abruptos en los valores mensuales de la precipitación, lo que hace que se presenten datos máximos y mínimos extremos que no permiten visualizar una tendencia clara en la distribución de las lluvias.

Al no presentar el coeficiente de correlación de Pearson entre las diferentes medias móviles y el rendimiento del TCH (Tabla 1) un valor de  $r$  alto, es evidente que en lo que respecta a la magnitud de la lluvia no existe un patrón apreciable al confrontar estas dos gráficas (Figura 5) hecho que lleva al cuestionamiento de si la cantidad de lluvia en mm es trascendental o existe otro el factor en las lluvias que es más importante en la influencia sobre el cultivo.

Para ello, se planteó que, si bien la caña es sensible al exceso de precipitación, los cultivos están diseñados con obras que evacúan el exceso de agua superficial, a lo que estaría errado esperar un comportamiento de correlación entre los datos de precipitación y productividad en TCH ya que se elimina el exceso de humedad sobre el terreno, para lo que queda la opción de valorar el tiempo de exposición respecto a un nivel promedio de mm/mes de lluvia que se considere sensible en el cultivo.

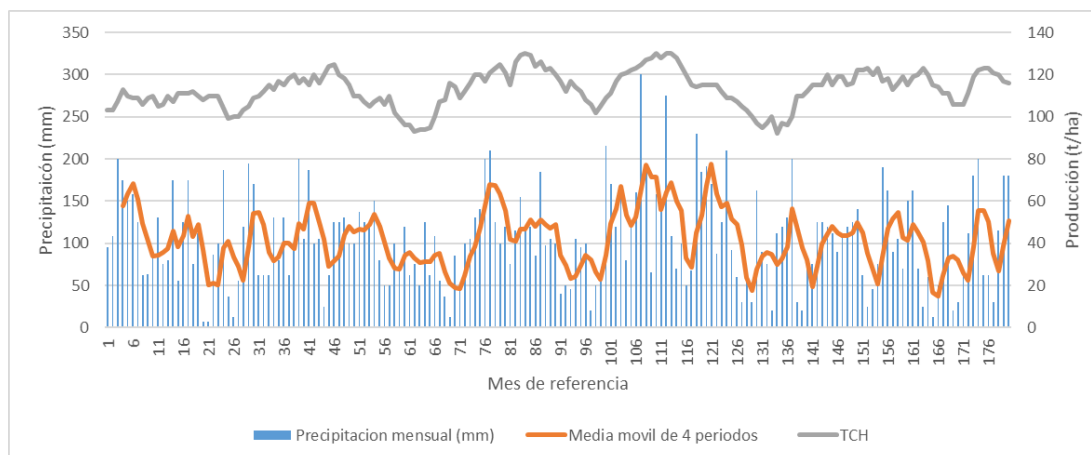


Figura 5. Indicador suavizado 4 periodos de precipitación contra TCH. Fuente: Elaboración propia.

Se estableció el nivel de 100 mm/mes de precipitación como el punto de referencia respecto a la sensibilidad climática del cultivo, al ser la cantidad que más relaciona por la literatura como el punto ideal para la caña de azúcar (Cenicaña, 2013) ya que el cultivo requiere de entre 1200 y 1300 mm de precipitación por ciclo de cosecha de entre 12 y 13 meses, se espera afectación en la productividad de la caña por encima de este umbral.

El nuevo índice de exposición a la lluvia se calculó primero identificando los meses donde el indicador de lluvia suavizada (cada una de las medias móviles que ya se habían calculado, Anexo 2) superó los 100 mm/mes de precipitación ( ver Anexo 1), se asignó un valor de 1 a cada mes de estos y de -1 a cada mes que no supere este umbral guardando el orden temporal en el cual están organizados los datos dando lugar a la visualización de los Meses de Exposición a Precipitación (MEP) o las cantidad de meses acumulados en los que está expuesto el cultivo de caña.

Acto seguido se procedió a generar una acumulación de los MEP para dar lugar al índice Lluvex 100 que muestra el comportamiento acumulado de los meses de exposición a la precipitación expresado de la siguiente manera:

$$I_n^{MEP} = \sum_{i=1}^n MEP_i$$

De la acumulación del Índice Lluvex 100 que se hizo evaluando los meses que superaba los 100 mm/mes para cada media móvil (de 2 a 12 Meses), se calculó la correlación  $r$  y se eligió los meses expuesto a la precipitación basados en una media móvil de 4 periodos donde se presume que se debe reflejar el tiempo de los regímenes de lluvia.



Figura 6. Índice Lluvex 100. Fuente: Elaboración propia.

Para comprobar si es el tiempo de exposición a la precipitación el comportamiento climático que más correlación tiene con la productividad medida en TCH, se alinean los datos de TCH con el índice Lluvex 100 en una sola gráfica (figura 8), se debe tener en cuenta que el efecto de la exposición de las lluvias sobre el TCH no es

lineal, por lo que se verá reflejado después de transcurridos unos meses.

Se observará en la gráfica entonces que el dato actual del TCH esta confrontado con el dato del índice Lluvex 100 como se muestra en la Figura 8, ya será en el cálculo donde se incorporará el reflejo del efecto del índice corriendo los datos.

Evaluar el efecto tardío de la precipitación que se ha acumulado tiene fundamento en que la lluvia tiene influencia hasta la segunda mitad del evento debido al régimen bimodal, hasta un año después de concluido el ciclo de lluvias la afectación que se puede apreciar (Villegas, 2016), esto debido a las suertes de caña que van en proceso de crecimiento y les faltan algunos meses su cosecha.

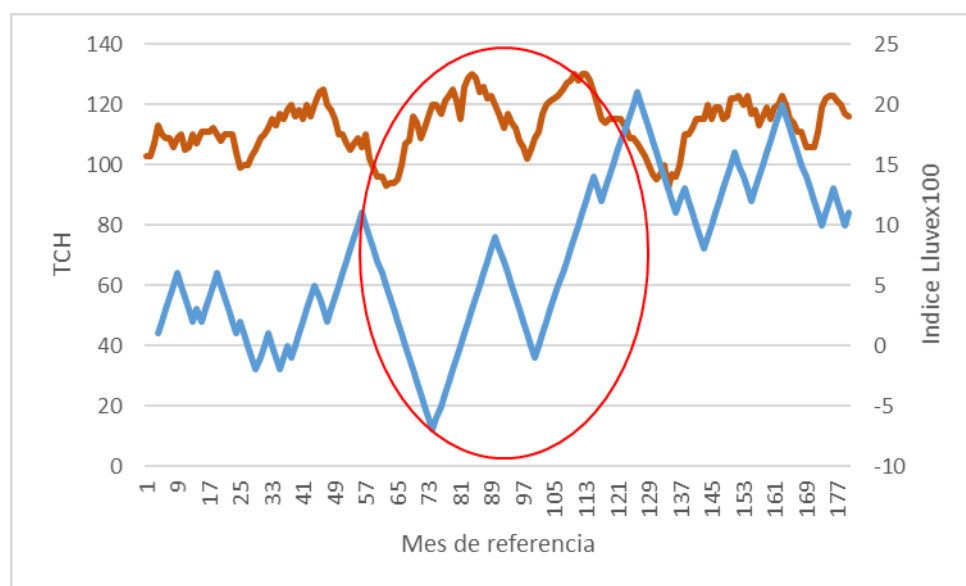


Figura 7. Índice Lluvex 100 confrontado con TCH. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Figura 8, parece existir una correlación que resulta ser inversamente proporcional entre los datos, contrariando a lo encontrado en la literatura y ya expresado anteriormente, la correspondencia de forma y posición entre estos dos es notable, en tal virtud si se conserva dicho comportamiento se podrá usar el índice Lluvex 100 como referente de los futuros resultados de productividad en el gremio azucarero ya que como ya se expresó el dato actual del

Índice antecede al rendimiento del cultivo con 4 meses de antelación.

La Figura 8 muestra como el comportamiento del índice y la producción de caña en el Valle del Cauca cuando los meses que registran precipitaciones superiores a 100 mm van acumulándose uno tras otro, se va dando lugar a un aumento en el valor del índice climático, a la vez que la producción de TCH se reduce en igual magnitud de tiempo que este.

Para validar dicha correlación se someten los datos a una regresión lineal, El índice Lluvex 100 se dispone en el eje (x) y el TCH en el eje (Y) resultando el siguiente gráfico:

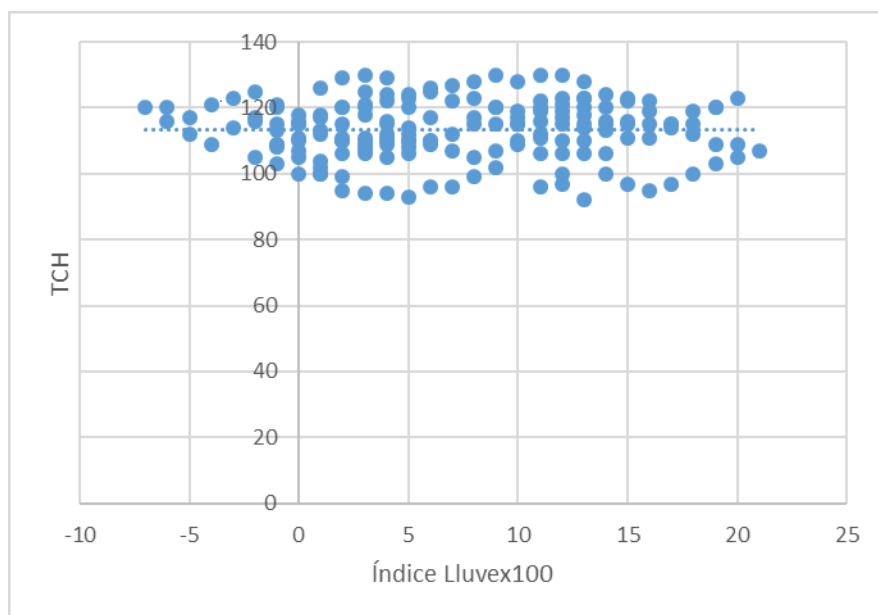


Figura 8. Regresión lineal Índice Lluvex 100 confrontado con TCH. Fuente: Elaboración propia.

Se visualiza muy poco efecto en la concentración de los puntos en torno a la línea de tendencia, el índice Lluvex 100 parece no afectar a la productividad, sin embargo, es necesario explorar el efecto del índice para diferentes periodos de tiempo y en forma acumulada.



### 8.3 INFLUENCIA DEL INDICE LLUVEX 100 SOBRE LA PRODUCTIVIDAD

Se ha medido la producción con modelos tradicionales que solo enfocan el análisis en función del capital y trabajo, la variable clima se ha asumido como ruido blanco, para poder indexar un comportamiento del clima frente a la productividad de un cultivo se deberá entonces ubicar la influencia de cada Mes de exposición a la Precipitación sobre la producción en TCH.

Para ello, se utiliza el concepto de elasticidad, el cual denotara la variación de TCH respecto a cada unidad de MEP que compone el Índice Lluvex 100 o productividad marginal de la precipitación, se asumen como constantes los demás factores que componen la productividad debido a que se sabe que el cultivo de caña es un cultivo altamente tecnificado y estable.

Se opta por evaluar cada posible tramo de 12 meses de duración para revisar en cada segmento la magnitud de la influencia de la cantidad en valor absoluto de MEP acumulados de un punto inicial de referencia a un punto final pasados 12 meses:

$$\Delta \text{MEP}_{n1} = | \text{MEP}_f - \text{MEP}_i |$$

Respecto a la variación de TCH se medirá sobre su media móvil de 12 periodos, se da en valor absoluto en el mismo lapso de tiempo:

$$\Delta \text{TCH}_{n1} = | \text{TCH}_f - \text{TCH}_i |$$

$$\text{Donde: } \frac{\Delta \text{TCH}_{n1}}{\Delta \text{MEP}_{n1}} = \text{Elasticidad}$$

Se procede a correlacionar cada Delta de MEP resultante de cada índice Lluvex 100 (dado por cada media móvil en la precipitación de 2 a 12 periodos) con el delta de la media móvil de 12 periodos del TCH con una regresión lineal.

Se ubican los diferentes  $R^2$  de cada correlación anterior buscando el más alto de todos, se vislumbra que es el Lluvex 100 alimentado por los datos de la media móvil de 4 periodos de precipitación, el que más  $R^2$  reporta, sin embargo se debe desplazar en un mes los datos de la delta de la sumatoria de MEP para alcanzar la máxima  $R^2$  debido a que se asume que el dato actual de TCH o su media es representado solo por el dato de MEP del mes anterior.

A esto debe sumarse el hecho de que los datos mayores a 10 meses de exposición a la lluvia demuestran que restan valor al  $R^2$ , por ello no se tienen en cuenta, apelando a lo expuesto en la Figura 2, para esos valores que tienden a ser catastróficos, existen otros tipos de instrumentos financieros como los seguros climáticos, con este ajuste de datos la nueva correlación medida es de 0,6151  $R^2$  como se muestra en la Figura 9, esto quiere decir que el modelo explica el 61,5% de la variabilidad del TCH promedio anual, usando únicamente la variable precipitación.

Para el desarrollo de esta correlación se debe tener cuenta que se asume homocedasticidad, para un estudio más detallado se debe tener en cuenta la revisión de esta propiedad debido a que en la relación clima productividad la varianza no es estable en cada tramo evaluado.

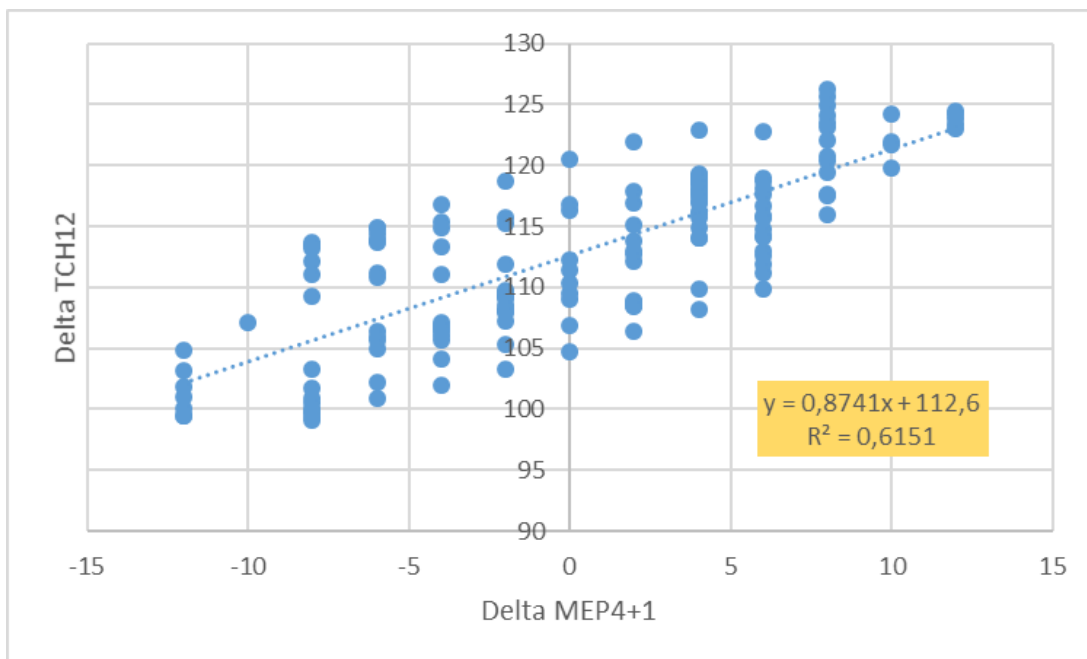


Figura 9. Regresión lineal de prueba. Fuente: Elaboración propia.

La pendiente de la línea de tendencia generada ( $y = 0,8741x + 112,6$ ) en este análisis será tomada como el coeficiente de elasticidad, en este caso se interpreta que por cada mes de exposición a la lluvia la productividad es sensible 0,8741 toneladas por hectárea (TCH), a la vez, para confirmar dicho resultado se procede a cuantificar su  $r$  que es de 0,7842 una cifra muy importante para la profundidad y alcance de la investigación.

## **9 IMPLEMENTACIÓN DE TRANSFERENCIA DE RIESGO**

### **9.1 ACERCAMIENTO NORMATIVO EN COLOMBIA**

La junta directiva del Banco de la República en el concepto JDS-06689 del 29 marzo del 2016 confirma que el clima es un producto básico que se puede comerciar en contratos financieros; además el Banco de la República asegura en su Resolución 8 del 2000 (Artículo 40, 41, 42) que en Colombia se puede celebrar operaciones de derivados financieros que tengan por subyacente un producto básico incluyendo subyacentes climáticos, hecho confirmado por la superintendencia financiera (2018) que además aduce que Siempre y cuando el contrato se rija bajo el decreto 2555 de 2010 es válida la negociación.

Sobre los partícipes de estas operaciones, la negociación de derivados en Colombia según el decreto 1121 del 2008 solo pueden intermediar las entidades debidamente registradas y vigiladas por la superintendencia financiera, lo que el ministerio de hacienda y crédito publico expone también en el decreto decreto 2555 de 2010 que tipifica las entidades financieras autorizadas para negociar o mantener posiciones en derivados.

Las emisiones de los contratos derivados climáticos se hacen principalmente en el mercado Over The Counter (OTC) debido a que no existe un mercado estructurado en el país, hecho que el Decreto 1796 del 23 mayo del 2008 de la superintendencia financiera reglamenta, además indica que todo derivado financiero emitido para el mercado OTC debe realizarse bajo los parámetros del contrato marco local para instrumentos derivados OTC, sin embargo no existe en Colombia uno contrato marco que contemple a las condiciones climáticas como subyacente según la superintendencia financiera de Colombia.

Pero frente a esta situación, la Superintendencia financiera no descarta para quien quisiera desarrollar, estructurar o negociar estos instrumentos financieros, que

puede recurrir al concepto emitido por ellos y fechado el 12 de junio de 2007 donde se expresa que otro modelo de confirmación o contrato marco valido para derivados en el mercado OTC en Colombia es cualquiera de los contratos marco de confirmación de la Internacional Swaps and Derivatives Association (ISDA) el cual se aplicara en esta investigación.

Los contratos marco de ISDA existen para los diferentes tipos de derivados financieros (Futuros, Opciones, Warrants o Swaps), sin embargo con la normatividad Colombia no todos los tipos de derivados se pueden adecuar de manera sencilla a los subyacentes climáticos.

Un requerimiento en Colombia y en el modelo de contrato ISDA es la participación de una entidad que se encargue de la compensación o en otras palabras que se encargue de intermediar en el cumplimiento de las obligaciones y derechos de quienes celebran el contrato para controlar el riesgo de crédito, esta entidad es la Cámara de Riesgo Central de Contraparte que para algunos de los diferentes tipos de contratos derivados exige la existencia del producto básico o spot (como se conoce en el ámbito financiero a los productos básicos físicos) como garantía para transar, lo que es impensable pues el producto básico transable es el comportamiento de un índice climático que es imposible almacenar en una bodega como garantía.

La superintendencia financiera en respuesta a la consulta sobre este dilema dice que la compensación y liquidación de estos contratos se regiría por lo acordado entre los agentes y/o las cámaras de compensación que estén interesados en desarrollar ese tipo de mercado, podrá ser pactada de forma bilateral por los interesados, ya que eso es un tema propio de las relaciones contractuales, de estructuración de producto y del sistema de garantías de los participantes en dicho mercado.

Para solucionar ese detalle se plantea que el derivado climático para Colombia en las condiciones normativas actuales debería ser el Basis Swap o permuta financiera básica, la cual se comporta como el intercambio a plazo entre dos partes del flujo de efectivo que represente el valor financiero en Moneda local o extranjera referenciada en las reservas nacionales ( Banco de la República) del diferencial entre el valor nominal pactado en el swap y el valor del índice a vencimiento, esto permitiría una liquidación financiera sin intermediación del registro de “almacenamiento” del clima o garantía en físico de producto básico.

## **9.2 EL SWAP O PERMUTA FINANCIERA**

Según la Circular Básica Contable y Financiera (Circular Externa 100 de 1995) en el Capítulo XVIII en el punto 5 se define a la permuta financiera básica o swap genérico como:

*“Un contrato entre dos (2) partes, mediante el cual se establece la obligación bilateral de intercambiar una serie de flujos en un período de tiempo determinado”*

En el swap planteado para este trabajo, se intercambian los flujos calculados sobre un monto nominal o Valor Inicial de referencia, el cual esta indexado su cálculo al índice Lluvex 100 denominado en la moneda referencia y la liquidación del mismo depende del valor final o valor ejercicio vigente en el tiempo de expiración del contrato.

Por la naturaleza del subyacente (Índice climático), la misma circular cataloga al instrumento financiero de esta investigación como derivado exótico y en virtud de que las partes harán los pagos correspondientes según la variación del precio de la materia prima índice climático (Lluvex 100) este contrato recibirá la denominación de “Commodity swap” hecho que determina el tipo de modelo de contrato de swap (Confirmation o Master Agreement) ofrecidos por la ISDA a ser usado.

### 9.3 SWAP, MECANISMO DE TRANSFERENCIA DE RIESGO

Los swaps climáticos como ya se dijo, son contratos negociados entre dos o más partes que intercambian a un plazo definido de tiempo el pago de flujos de dinero que en este caso, se hace en función de los meses expuestos a la precipitación (MEP nombre de cada unidad la cual se compone el índice Lluvex 100) que componen el valor de la diferencia del valor del índice Lluvex 100 tomado como referencia el mes actual del inicio de la vigencia SWAP (El nominal del contrato) que de ahora en adelante se define como  $MEP_i$  y el valor del índice Lluvex 100 registrado en el momento de ejecución de la permuta o fecha del ejercicio  $MEP_f$ .

$$\text{Donde: } \Delta MEP_n = MEP_f - MEP_i$$

La parte que adopta la posición larga o comprador del índice (Utrera,2004), es la parte que en el contrato espera que el índice climático suba o gane unidades, por lo general es la parte que se verá afectada en caso que el índice cada vez más registre valores de exposición a las lluvias más altos a partir del nivel de ejercicio o nominal del índice pactado, con esto, esta parte deja por sentado o fija el ingreso que obtendrá por su actividad en caso de que la adversidad climática lo afecte, debido a que ganara un flujo de dinero equivalente o cercana a su pérdida con la operación del derivado climático Swap.

Su contraparte quien toma la posición corta o el vendedor, por el contrario espera que el índice pierda unidades (MEP) en el transcurso del vencimiento del contrato, si el valor del índice es superior al nivel pre acordado como en el caso anterior (nivel de ejercicio o nominal del índice pactado), la parte que adopta la posición corta debe pagarle a la parte que tiene la posición larga el valor de:

$$[\Delta MEP_n] * [\text{Valor en dinero de la unidad de MEP}]$$

Si por el contrario el valor del índice es inferior al nivel pre acordado la parte que adopta la posición larga debe abonarle a su contraparte el monto nocional del contrato valorado de la misma forma anterior, no representaría una pérdida o sobre costo para el comprador hacer este pago en caso tal que se dé la situación, debido a que el índice climático está diseñado de tal modo que refleje la influencia elástica que tiene el clima sobre el cultivo, lo que quiere decir que si el índice perdiera unidades en el transcurso del ejercicio, el comprador estuviera recibiendo esa misma cantidad de ingresos representada en el aumento de TCH.

En ambos casos comprador y vendedor reciben ingresos o egresos fluctuantes en función del resultado final del desempeño del índice multiplicado por el valor en dinero de la Unidad MEP.

Se parte de un principio de incertidumbre en el que ninguno de los dos sabe que va a suceder y cada parte adquiere su posición en el derivado apelando a sus juicios, de este modo vemos que la compra de un contrato swap permite estabilizar el flujo de fondos de una actividad económica sensible al clima a la vez que representa una oportunidad de inversión des correlacionada al mundo bursátil lo que la hace atractiva para inversores que quieren diversificar sus carteras.

#### **9.4 VALOR EN DINERO DE LA UNIDAD DE MEP**

Los MEP establecen que tan distante se encuentra la medida del índice Lluvex desde la referencia del momento del inicio del contrato hasta el momento de la terminación del contrato pactado.

Se sabe que por cada Unidad de MEP que fluctúe, el cultivo de caña responderá en su indicador de productividad TCH con 2,1349 Toneladas como ya se calculó en el punto 8.4 de este trabajo.



Se pudiera calcular este valor multiplicando el delta de  $[(MEP_n) * (0,8741 \text{ Valor de TCH}) * (\text{el precio de una unidad de TCH})]$  pero generaría un valor referencia para el contrato muy flotante y volatín, debido a que se debería ajustar el valor del precio de la tonelada pagada desde fecha de inicio hasta final, esto hace que el riesgo aumente, sin embargo, como expresa Alaton (2002) en su libro “Sobre modelos y precios de los derivados del clima” que para efectos de estandarización, en las permutas financieras usualmente se usa una cantidades cerradas, por ejemplo en EEUU se usa 10,000 USD / unidad de temperatura (HDD ó CDD), en Europa se usa 10,000 Euros / unidad de temperatura (HDD ó CDD).

En tal virtud para este trabajo se usara como este es se usara 1´000.000 de COP /unidad de MEP, es de anotar que al ser este contrato de mercado OTC, el valor de cada “tick” o unidad del índice está sujeto al diseño y determinaciones que tomen las partes.

Sobre el plazo temporal de la ejecución del swap, se sugiere 12 meses pensando en la influencia que pueda tener la lluvia desde el inicio del desarrollo de un nuevo cultivo establecido hasta su corte o una fecha muy cercana, sin embargo, el criterio de elección de la duración del contrato puede variar en función del tiempo que elijan las partes con la restricción de que: más de 12 meses no representaría una correlación clima/producción.

## **9.5 DISEÑO DE DERIVADO “CONFIRMACIÓN SWAP CLIMÁTICO”**

En la práctica cotidiana un contrato swap es diseñado a partir de las disposiciones y conceptos de la ISDA 2005 Commodity Definitions Document Listing, este contrato de alguna forma ya viene estandarizado para atender la necesidad de un contrato preciso, practico y técnico para negociar subyacentes climáticos.

A continuación, se desarrollará un contrato Swap climático que representará la forma cómo se debería trasladar el riesgo para el sector azucarero en el Valle del

Cauca, donde dos partes (Parte A y Parte B) desarrollaran una cobertura con las condiciones descritas en el trabajo.

Se asumirá que la Parte A toma la posición de largo que por lo general es la entidad sujeta al riesgo por exposición al índice, en este caso un ingenio azucarero o cultivadores de caña de azúcar recibirá el nombre de Ingenio X y la Parte B es la que toma la posición de corto que puede ser un banco, un inversionista, entre otros y recibirá el nombre de Banco Y.

## **9.6 MODELO EJEMPLO DE CONTRATO SWAP**

Del Anexo I-A  
Al sub-anexo C  
Confirmación de OTC Transacción  
De Swap sobre índice de clima

Ingenio X

11 de Noviembre de 2018

### **Transacción de derivado sobre índice de clima**

#### **Banco Y sucursal Cali**

Estimados señores: El propósito de esta comunicación es confirmar los términos y condiciones de la transacción de derivado sobre índice climático entre Ingenio X ("Parte A") y Banco Y ("Parte B") en la fecha de negociación especificada a continuación [1 diciembre 2018].

Esta confirmación, que incluye lo definido por "2005 Commodity definitions document listing"<sup>1</sup> en la Sección 11.4 apartado C1 "Weather swap transacción" constituye una "confirmación"<sup>2</sup> de la que se referencia, complementa, forma parte de y está sujeta a el Acuerdo Maestro de ISDA de 2002 con fecha de [1 de Diciembre

---

<sup>1</sup> 2005 Commodity definitions document listing es el documento guía de la ISDA para estos productos.

<sup>2</sup> Confirmación es el nombre técnico que recibe el formato en el cual se plasma un derivado financiero.

de 2018] tal como se diseñó y concreto entre la parte A y la parte B, todas las disposiciones contenidas en el acuerdo deberán cumplir con los parámetros de esta confirmación, excepto según se exprese alguna modificación de las de a continuación.

Las definiciones y disposiciones contenidas en las definiciones de 2000 ISDA, según sus modificaciones y / o suplementos según lo sea publicado por la asociación internacional de swaps y derivados ("ISDA") se incorporan a esta confirmación en el evento.

De cualquier inconsistencia entre esas definiciones o disposiciones y esta confirmación, esta confirmación prevalecerá. En el caso de que exista alguna discrepancia entre las disposiciones de la definición de producto y las demás disposiciones de esta confirmación, prevalecerán las demás disposiciones de esta confirmación.

Los términos de la transacción a la que se refiere esta confirmación son los siguientes:

## **1. Términos de la transacción:**

**Tipo de transacción:** Basis Swap Climático.

**Monto nocional:** 1'000.000 COP \* por unidad de índice de clima MEP.

**Fecha de negociación:** [1 diciembre de 2018]

**Fecha de finalización:** [1 de diciembre de 2019]

**Ccomprador del Índice climático:** [parte A, Ingenio X]

**Vendedor del Índice climático:** [parte B, Banco Y]

**Nivel del índice de clima:** Cero MEP acumulados<sup>3</sup>

**Unidad de índice meteorológico:** (MEP)<sup>4</sup>

**Nivel de liquidación:**  $\Delta \text{MEP}_n = [\text{MEP}_{\text{mes0}} - \text{MEP}_{\text{mes12}}]$ <sup>5</sup>

**Redondeo de unidades de índice de clima:** [no aplicable]<sup>6</sup>

<sup>3</sup> Nivel actual del Índice Lluvox 100, se asume que inicia en Cero (Figura 7).

<sup>4</sup> Unidad diseñada para esta investigación que consiste en los Meses de Exposición a la Precipitación superior a 100 Mm/ mes a los que se expone el cultivo.

<sup>5</sup> número de unidades de índice de clima MEP acumuladas hasta el período de ejercicio.

<sup>6</sup> Porque el índice Lluvox trabaja con números enteros.

**Período de cálculo<sup>7</sup>:** Doce (12) meses a partir de la fecha de inicio del contrato hasta el final del mismo.

<b>Período de cálculo<sup>8</sup></b>	<b>Primer día</b>	<b>Último día</b>
[1]	[1 diciembre 2018]	[1 diciembre 2019]

**Fecha de cálculo:** inicia mismo día hábil hasta el último día hábil de ese período de cálculo.

**Monto del pago<sup>9</sup>:**  $[I \text{ MEP}_{\text{mes0}} - \text{MEP}_{\text{mes12}}] * 1'000.000 \text{ COP}$

Si el nivel de liquidación con respecto al período de cálculo es inferior al Nivel del Índice de Clima, entonces el Comprador del Índice de Clima deberá, pagar al vendedor del índice (en la fecha de pago la correspondiente) la cantidad igual al Delta de MEP multiplicado por el monto nocional del Nivel del Índice climático.

Si el nivel de liquidación con respecto al período de cálculo es mayor al Nivel del Índice de Clima, entonces el vendedor del Índice de Clima deberá, pagar al comprador del índice (en la fecha de pago la correspondiente) la cantidad igual al Delta de MEP multiplicado por el monto nocional del Nivel del Índice climático.

Si el nivel de liquidación con respecto a un período de cálculo es igual al Nivel de índice meteorológico, ninguna de las partes deberá realizar un pago en la Fecha de Pago correspondiente.

**Cantidad máxima de pago por  
Periodo de cálculo:**

Con respecto al Comprador del Índice de Clima:  
[12'000.000 COP] <sup>10</sup>

Con Respecto del vendedor del índice de clima:  
[12'000.000 COP] <sup>11</sup>

<sup>7</sup> Mismo periodo de ejercicio o periodo de duración del contrato.

<sup>8</sup> Al ser un Basis Swap solo tiene un periodo recordar que puede tener varios periodos.

<sup>9</sup> La fórmula para calcular el flujo de dinero que se intercambia a final de ejercicio, el hablar del valor del delta de MEP considera la posición beneficiada frente al contrato, es la forma propuesta de medir el resultado.

<sup>10</sup> Es la cantidad máxima de (MEP) \* (monto nocional) que puede irse en contra el índice Lluvex 100 para esta parte.

<sup>11</sup> Es la cantidad máxima de (MEP) \* (monto nocional) que puede irse en contra el índice Lluvex 100 para esta parte.

**Cantidad máxima de pago de transacción:**

Con respecto al Comprador del Índice de Clima:  
[No aplicable]<sup>12</sup>

Con respecto del vendedor del índice de clima:  
[No aplicable]<sup>13</sup>

**Corrección de datos:** [No Aplicable]<sup>14</sup>

**Día y lugar**<sup>15</sup> : Ciudad de Cali, Valle del cauca, 2 de diciembre de 2019.

**Agente de cálculo:** [Ingenio X y Banco Y]

**2. Datos del índice del climático**

**Nivel de referencia de MEP:**

La unidad de medida es la cantidad de Meses en los que se registran lluvias por encima de 100mm/mes.

El nivel de referencia es en el que se encuentre el índice Lluvex 100 en el momento del inicio del contrato.

**Proveedor de datos:** [Red Meteorológica Automatizada de Cenicaña]

**Datos editados finales:** [No Aplicable]<sup>16</sup>

**Estación de índice de clima:** [Valle del Cauca] [Todas las estaciones de la Red Meteorológica Automatizada de Cenicaña]<sup>17</sup>

**Estación de índice de clima alternativo:** [No aplicable]<sup>18</sup>

**Segunda estación de índice de clima alternativa:** [No aplicable]<sup>19</sup>

---

<sup>12</sup> Ya se aplicó un máximo pago respecto a la cantidad del tiempo del contrato.

<sup>13</sup> Ya se aplicó un máximo pago respecto a la cantidad del tiempo del contrato.

<sup>14</sup> No aplica, los datos son tomados del promedio de las múltiples estaciones de la Red Meteorológica Automatizada de Cenicaña.

<sup>15</sup> Del cierre del contrato.

<sup>16</sup> Se trabajara con los datos aportados por la RMA de Cenicaña, se espera que esta entidad diseñe y administre los múltiples índices climáticos.

<sup>17</sup> Ver **Figura 4** de las estaciones Cenicaña.

<sup>18</sup> Solo se trabajara con la RMA de Cenicaña.

<sup>19</sup> Solo se trabajara con la RMA de Cenicaña.

**Ajuste a los datos de la estación de respaldo:** [No Aplicable]<sup>20</sup>

**Proveedor de datos alternativos:** [no aplicable]<sup>21</sup>

**Recuperación de datos sinópticos:** [No Aplicable]<sup>22</sup>

**Fallo de interrupción primaria:** [No Aplicable]<sup>23</sup>

### 3. Detalles de la cuenta<sup>24</sup>

#### **Pagos a [Parte A]:**

Pagar: [xxxxxxxxxx]

Para la Cuenta: [xxxxxxxxxx]

Número de cuenta: [xxxxxxxxxx]

[CHIPSUID]:<sup>25</sup> [xxxxxxxxxx]

[FED. ABA No.]:<sup>26</sup> [xxxxxxxxxx]

#### **Pagos a [Parte B]:**

Pagar: [xxxxxxxxxx]

Por la cuenta de: [xxxxxxxxxx]

Número de cuenta: [xxxxxxxxxx]

[CHIPS UID]: [xxxxxxxxxx]

[FED. ABA No.]:<sup>27</sup> [xxxxxxxxxx]

---

<sup>20</sup> Solo se trabajara con la RMA de Cenicaña.

<sup>21</sup> Solo se trabajara con la RMA de Cenicaña.

<sup>22</sup> No se requieren porque se trabajara con el tiempo de exposición a la lluvia.

<sup>23</sup> Por la escala de tiempo de meses y por la cantidad alta de estaciones que proveerán la información, no se proveen los fallbacks primarios (interrupciones en los datos).

<sup>24</sup> En este apartado se deja [xxxxxxxxxx] por que concierne a la información financiera de las partes, al ser este un ejercicio académico no se cuenta con esta información.

<sup>25</sup> CHIPS UID es el identificador universal del sistema de pagos inter bancarios de la Cámara de Compensación electrónica, entidad que se encarga de garantizar el cumplimiento de la transacción para las dos partes.

<sup>26</sup> Número que identifica la institución financiera de donde es la cuenta bancaria de la parte A.

<sup>27</sup> Número que identifica la institución financiera de donde es la cuenta bancaria de la parte B.

#### 4. Oficinas<sup>28</sup>

- (a) La Oficina de la Parte A para la Transacción es:  
[xxxxxxxxxx]
- (b) La Oficina de la Parte B para la Transacción es:  
[xxxxxxxxxx]

#### 5. Corredor / Arreglista:<sup>29</sup> [xxxxxxxxxx]

#### 6. Otras disposiciones:

Confirme que lo anterior, se establece correctamente los términos de la transacción realizada entre nosotros mediante la ejecución de una copia de su Confirmación y devolviéndonosla o enviándonos una carta sustancialmente similar a esta carta, cuya carta establece los términos materiales de la Confirmación.

Se asume que la modalidad de cumplimiento de este swap es la financiera o NON DELIVERY.

Atentamente,

[Ingenio X]

Por: \_\_\_\_\_

Nombre:

Título:

Fecha:

Confirmado a partir de la fecha a continuación:

[Banco Y]

Por: \_\_\_\_\_

Nombre:

Título:

Fecha:

---

<sup>28</sup> En este apartado se deja [xxxxxxxxxx] por que concierne a la información financiera de las partes, al ser este un ejercicio académico no se cuenta con esta información.

<sup>29</sup> En este apartado se deja [xxxxxxxxxx] por que concierne a al nombre del corredor de bolsa que adelanto el “negocio” al ser este un ejercicio académico no se cuenta con esta información.





## 10 CONCLUSIONES

-El índice Lluvex 100 no tiene restricción de uso en el año por cuenta del cambio de régimen de lluvias, todo el tiempo es apto para ser referente de coberturas climáticas con Derivados Climáticos, sin embargo, tiene más posibles usos como herramienta predictiva de la producción de la producción (toneladas de cosecha por hectárea ó TCH) si se analiza su tendencia en relación a la próxima estacionalidad, lo que le da un plus a la planificación en planta de los volúmenes de caña a procesar.

- Si bien no hay un mercado en Colombia de coberturas climáticas, la normativa no lo restringe y por el contrario se muestra atenta al avance del tema reconociendo los conceptos básicos que rigen la estructura de esta herramienta, ofrece alternativas y así facilita el camino de la consolidación de dicho mercado en el país, hecho que demuestra este trabajo el cual puede ser un buen ejemplo de cómo desarrollar una transferencia de riesgo saliendo de la proposición académica y llevándolo a la aplicación, tomando el contexto real en el que se daría una operación financiera de este estilo.

-Respecto al proceso investigativo, se puede robustecer la confianza estadística de este trabajo si se desarrolla con más datos y otros métodos como el test de Levene hasta transformar las variables si fuese necesario para evitar trabajar bajo ideal de homocedasticidad entre los datos, y lograr mayor ajuste de los modelos bajo condiciones tendientes a la comprensión más profunda del hecho evaluado. Además, es evidente de que existen pocos estudios en idioma español sobre los derivados climáticos por ello es necesario profundizar en el tema y este documento es un aporte en este sentido.

-La Administración Ambiental debe empezar a estudiar más esta herramienta debido al potencial que representa su uso en la industria, más allá de la función financiera, la función económica de indexar el comportamiento del clima incorpora un paradigma en la concepción empresarial de la producción. El clima deja de ser

una externalidad y pasa a ser parte de la función producción, hecho muy importante a tener en cuenta en el debate sobre medidas para enfrentar el cambio climático.

## 11 BIBLIOGRAFÍA

- 1- Alaton, P., Djehiche, B., & Stillberger, D. (2002). On modelling and pricing weather derivatives. *Applied mathematical finance*, 9(1), 1-20.
- 2- Alzate Cifuentes, K., de la Torre, S., & Andrés, I. (2015). Identificación y medición de riesgos para el sector azucarero en Colombia (Master's thesis, Universidad EAFIT).
- 3- Arbeláez, M. A., Estacio, A., & Olivera, M. (2010). Impacto socio económico del sector azucarero colombiano en la economía nacional y regional.
- 4- BODIE, Zwi y Robert C. Merton (2003). Finanzas. Editorial Pretince Hall, México.
- 5- Buenaventura Osorio, C. (1981). Factores climáticos que afectan el crecimiento, producción y desarrollo de la caña de azúcar.
- 6- Cenicaña (2013). Carta Informativa Numero 3. Cali, Colombia. 2013.
- 7- Concepto emitido el 12 de junio de 2007, Superintendencia Financiera, Colombia, 2007.
- 8- Concepto JDS-06689 del Banco de la República, Colombia, 29 marzo del 2016.
- 9- Cortés, B. C., Bernal, J., Díaz, E., Méndez, J., Boshell, F., Mejía, P. & Stedutto, P. (2013). Uso del modelo aquacrop para estimar rendimientos para el cultivo caña de azúcar en el departamento del valle del cauca. Informe del proyecto de cooperación técnica TCP/COL/3302. FAO.

- 10- Decreto decreto 2555, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Colombia, 2010.
- 11- Decreto 1796 del 2008, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Colombia, 23 mayo.
- 12- Decreto 1121 del 2008, Superintendencia Financiera, Colombia, 11 abril 2008.
- 13- Estévez, A. A., Cock, J. H., del Pilar Hernández, A., & Irvine, J. E. (1986). Morfología de la caña de azúcar. In Congreso del cultivo de la caña de azúcar (1986, Cali, Colombia). Ed. por Carlos Buenaventura. Memoria. Cali, Colombia, Centro de Investigaciones de la Caña de Azúcar (pp. 21-303).
- 14- Fernández, M. (2013). Efectos del cambio climático en la producción y rendimiento de cultivos por sectores. Colombia. FONADE.
- 15- Hernández Arango, J. M. (2014). Contratos financieros derivados del clima como estrategia de cobertura en Colombia. Aplicación a una central de generación hidroeléctrica (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín).
- 16- Ideam. (2018). Atlas interactivo Ideam. Visible en: Atlas Climatológico de Colombia. Recuperado de: <http://atlas.ideam.gov.co/visorAtlasClimatologico.html>
- 17- Intergovernmental panel of climate change, Glosario del Tercer Informe de Evaluación del IPCC, 2001.
- 18- ISDA, 2005, Commodity definitions document listing.
- 19- JORION, Philippe. Valor en Riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. México DF: Editorial Limusa, 2007.

- 20- MONTEALEGRE, Edgar, Estudio de la variabilidad climática de la precipitación en Colombia asociada a procesos oceánicos y atmosféricos de meso y gran escala, informe Final contrato 022 - 2009, Ideam, 2009.
- 21- MUSSIO, Veronica, Derivados climáticos aplicados a la agricultura, Argentina, Universidad nacional de rosario, 2009.
- 22- Resolución 8 del 2000, Banco de la República, Colombia.
- 23- Superintendencia Financiera, 2018, Consulta específica 2018119572-006-000, Dirección Legal de intermediarios de valores y otros agentes.
- 24- THORNES, John E. An introduction to weather and climate derivatives, University of Birmingham, Revista Weather Vol 58, 2003.
- 25- Torres. A. (1995). Riegos. Cenicaña. El cultivo de la caña en la zona azucarera en Colombia, Cenicaña, p193-210.
- 26- Torres A. (2004), Avances técnicos para la programación y el manejo del riego en la caña de azúcar, Cenicaña, Cali, Colombia. 66 p. (serie técnica, No33).
- 27- Utrera, L., & SA, F. A. C. H. (2004). Las últimas innovaciones de la industria de derivados: Futuros exóticos. Bolsa de comercio de Rosario. Argentina.
- 28- Villegas, F, Molina, C (2016). Efecto del clima en el rendimiento de la caña de azúcar. Revista Procaña No 116, pag 6-10, ISSN) 1657-4664.

29- Viveros Valens, C. A. (2011). Identificación de características asociadas con la mayor eficiencia en el uso de agua para la producción de caña de azúcar (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira).

30- Weatherbill Inc. (21 de agosto de 2008). Global Weather Sensitivity: A comparative Study. 27. (s.d.)

31- WRMA-Weather Risk Management Association, 2010.

## 12 ANEXOS

### 12.1 Anexo 1. Datos y cálculo del índice Lluvex 100

Fecha de la muestra		Mes	Precipitación (mm)	Precipitación mensual (mm)	TCH	Media móvil de 4 periodos	Mayor a 100 en promedio los últimos 6 meses	INDICE LLUVEX 100	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta anual de TCH	Delta promedio mensual al 12 de TCH
1996	enero		95	95	103						1290	107,5
	febrero		108	108	103						1297	108,1
	marzo		200	200	107						1301	108,4
	abril		175	175	113	144,5	1	1	-1	2	1305	108,8
	mayo		150	150	110	158,25	1	2	-1	2	1303	108,6
	junio		158	158	109	170,75	1	3	-1	2	1304	108,7
	julio		125	125	109	152	1	4	-1	2	1307	108,9
	agosto		62	62	106	123,75	1	5	-1	2	1308	109,0
	septiembre		63	63	109	102	1	6	1	0	1310	109,2
	octubre	4	87	87	110	84,25	-1	5	1	-2	1311	109,3
	noviembre	5	130	130	105	85,5	-1	4	1	-2	1311	109,3
	diciembre	6	75	75	106	88,75	-1	3	1	-2	1316	109,7
1997	enero	7	80	80	110	93	-1	2	1	-2	1314	109,5
	febrero	8	175	175	107	115	1	3	1	0	1303	108,6
	marzo	9	55	55	111	96,25	-1	2	1	-2	1296	108,0
	abril	10	125	125	111	108,75	1	3	3	-2	1285	107,1
	mayo	11	175	175	111	132,5	1	4	3	-4	1277	106,4
	junio	12	75	75	112	107,5	1	5	3	-6	1271	105,9
	julio	13	112	112	110	121,75	1	6	5	-6	1268	105,7
	agosto	14	7	7	108	92,25	-1	5	5	-6	1268	105,7
	septiembre	15	7	7	110	50,25	-1	4	3	-4	1272	106,0
	octubre	16	86	86	110	53	-1	3	3	-4	1277	106,4
	noviembre	17	100	100	110	50	-1	2	1	-4	1280	106,7
	diciembre	18	187	187	104	95	-1	1	-1	-4	1287	107,3
1998	enero	19	37	37	99	102,5	1	2	1	-2	1298	108,2
	febrero	20	12	12	100	84	-1	1	1	-2	1317	109,8
	marzo	21	55	55	100	72,75	-1	0	-1	-2	1337	111,4
	abril	22	120	120	103	56	-1	-1	1	0	1353	112,8
	mayo	23	195	195	105	95,5	-1	-2	1	2	1368	114,0
	junio	24	170	170	109	135	1	-1	-1	4	1378	114,8
	julio	25	62	62	110	136,75	1	0	-3	4	1389	115,8
	agosto	26	62	62	112	122,25	1	1	-3	4	1395	116,3

Fecha de la muestra		Mes	Precipitación (mm)	Precipitación mensual (mm)	TCH	Media móvil de 4 periodos	Mayor a 100 en promedio los últimos 6 meses	INDICE LLUVEX 100	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta anual de TCH	Delta promedio mensual al 12 de TCH
	septiembre	27	62	62	115	89	-1	0	-5	4	1403	116,9
	octubre	28	130	130	113	79	-1	-1	-3	4	1412	117,7
	noviembre	29	80	80	117	83,5	-1	-2	-1	4	1424	118,7
	diciembre	30	130	130	115	100,5	1	-1	-1	4	1427	118,9
1999	enero	31	62	62	118	100,5	1	0	-3	4	1430	119,2
	febrero	32	100	100	120	93	-1	-1	-3	4	1427	118,9
	marzo	33	200	200	116	123	1	0	-5	6	1417	118,1
	abril	34	105	105	118	116,75	1	1	-5	6	1411	117,6
	mayo	35	187	187	115	148	1	2	-5	6	1400	116,7
	junio	36	100	100	120	148	1	3	-5	6	1390	115,8
	julio	37	105	105	116	124,25	1	4	-5	6	1377	114,8
	agosto	38	25	25	120	104,25	1	5	-5	6	1370	114,2
	septiembre	39	62	62	124	73	-1	4	-7	6	1356	113,0
	octubre	40	125	125	125	79,25	-1	3	-7	6	1342	111,8
	noviembre	41	125	125	120	84,25	-1	2	-7	6	1319	109,9
	diciembre	42	130	130	118	110,5	1	3	-5	6	1298	108,2
2000	enero	43	100	100	115	120	1	4	-3	4	1276	106,3
	febrero	44	100	100	110	113,75	1	5	-1	2	1257	104,8
	marzo	45	137	137	110	116,75	1	6	1	0	1240	103,3
	abril	46	125	125	107	115,5	1	7	3	-2	1224	102,0
	mayo	47	125	125	105	121,75	1	8	5	-4	1211	100,9
	junio	48	150	150	107	134,25	1	9	7	-6	1201	100,1
	julio	49	80	80	109	120	1	10	9	-8	1194	99,5
	agosto	50	50	50	106	101,25	1	11	11	-10	1192	99,3
	septiembre	51	50	50	110	82,5	-1	10	9	-12	1194	99,5
	octubre	52	100	100	102	70	-1	9	7	-12	1200	100,0
	noviembre	53	75	75	99	68,75	-1	8	5	-12	1212	101,0
	diciembre	54	120	120	96	86,25	-1	7	3	-12	1222	101,8
2001	enero	55	62	62	96	89,25	-1	6	1	-12	1238	103,2
	febrero	56	75	75	93	83	-1	5	-1	-12	1258	104,8
	marzo	57	50	50	94	76,75	-1	4	-3	-12	1285	107,1
	abril	58	125	125	94	78	-1	3	-3	-10	1311	109,3
	mayo	59	62	62	95	78	-1	2	-3	-8	1334	111,2
	junio	60	108	108	100	86,25	-1	1	-3	-6	1360	113,3
	julio	61	55	55	107	87,5	-1	0	-3	-4	1383	115,3
	agosto	62	37	37	108	65,5	-1	-1	-1	-2	1401	116,8
	septiembre	63	12	12	116	53	-1	-2	1	0	1414	117,8
	octubre	64	85	85	114	47,25	-1	-3	3	2	1413	117,8



Fecha de la muestra		Mes	Precipitación (mm)	Precipitación mensual (mm)	TCH	Media móvil de 4 periodos	Mayor a 100 en promedio los últimos 6 meses	INDICE LLUVEX 100	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta anual de TCH	Delta promedio mensual al 12 de TCH
	noviembre	65	50	50	109	46	-1	-4	3	4	1425	118,8
	diciembre	66	100	100	112	61,75	-1	-5	3	6	1445	120,4
2008	enero	67	105	105	116	85	-1	-6	3	8	1463	121,9
	febrero	68	130	130	120	96,25	-1	-7	3	10	1476	123,0
	marzo	69	140	140	120	118,75	1	-6	1	12	1480	123,3
	abril	70	200	200	117	143,75	1	-5	-1	12	1486	123,8
	mayo	71	210	210	121	170	1	-4	-3	12	1491	124,3
	junio	72	125	125	123	168,75	1	-3	-5	12	1493	124,4
	julio	73	100	100	125	158,75	1	-2	-7	12	1490	124,2
	agosto	74	120	120	121	138,75	1	-1	-7	10	1482	123,5
	septiembre	75	75	75	115	105	1	0	-7	8	1473	122,8
	octubre	76	115	115	126	102,5	1	1	-5	6	1475	122,9
	noviembre	77	155	155	129	116,25	1	2	-3	4	1463	121,9
	diciembre	78	120	120	130	116,25	1	3	-1	2	1446	120,5
2009	enero	79	120	120	129	127,5	1	4	1	0	1424	118,7
	febrero	80	85	85	124	120	1	5	3	-2	1401	116,8
	marzo	81	185	185	126	127,5	1	6	5	-4	1379	114,9
	abril	82	97	97	122	121,75	1	7	7	-6	1358	113,2
	mayo	83	105	105	123	118	1	8	7	-8	1345	112,1
	junio	84	100	100	120	121,75	1	9	9	-8	1333	111,1
	julio	85	40	40	117	85,5	-1	8	7	-8	1330	110,8
	agosto	86	50	50	112	73,75	-1	7	5	-6	1333	111,1
	septiembre	87	45	45	117	58,75	-1	6	3	-4	1342	111,8
	octubre	88	105	105	114	60	-1	5	1	-2	1347	112,3
	noviembre	89	95	95	112	73,75	-1	4	-1	0	1356	113,0
	diciembre	90	100	100	108	86,25	-1	3	-3	2	1369	114,1
2010	enero	91	20	20	106	80	-1	2	-5	4	1388	115,7
	febrero	92	50	50	102	66,25	-1	1	-7	6	1410	117,5
	marzo	93	60	60	105	57,5	-1	0	-9	8	1438	119,8
	abril	94	215	215	109	86,25	-1	-1	-9	10	1461	121,8
	mayo	95	170	170	111	123,75	1	0	-11	12	1482	123,5
	junio	96	120	120	117	141,25	1	1	-11	12	1501	125,1
	julio	97	165	165	120	167,5	1	2	-11	12	1512	126,0
	agosto	98	80	80	121	133,75	1	3	-11	12	1516	126,3
	septiembre	99	120	120	122	121,25	1	4	-9	10	1515	126,3
	octubre	100	160	160	123	131,25	1	5	-7	8	1508	125,7
	noviembre	101	300	300	125	165	1	6	-7	8	1499	124,9
	diciembre	102	190	190	127	192,5	1	7	-7	8	1489	124,1

Fecha de la muestra		Mes	Precipitación (mm)	Precipitación mensual (mm)	TCH	Media móvil de 4 periodos	Mayor a 100 en promedio los últimos 6 meses	INDICE LLUVEX 100	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta anual de TCH	Delta promedio mensual al 12 de TCH
2011	enero	103	65	65	128	178,75	1	8	-7	8	1477	123,1
	febrero	104	158	158	130	178,25	1	9	-7	8	1464	122,0
	marzo	105	145	145	128	139,5	1	10	-7	8	1449	120,8
	abril	106	275	275	130	160,75	1	11	-7	8	1433	119,4
	mayo	107	108	108	130	171,5	1	12	-7	8	1412	117,7
	junio	108	70	70	128	149,5	1	13	-7	8	1391	115,9
	julio	109	100	100	124	138,25	1	14	-7	8	1370	114,2
	agosto	110	50	50	120	82	-1	13	-7	6	1351	112,6
	septiembre	111	68	68	115	72	-1	12	-7	6	1334	111,2
	octubre	112	230	230	114	112	1	13	-5	6	1319	109,9
	noviembre	113	185	185	115	133,25	1	14	-3	4	1302	108,5
	diciembre	114	191	191	115	168,5	1	15	-1	2	1282	106,8
2012	enero	115	170	170	115	194	1	16	1	0	1264	105,3
	febrero	116	87	87	115	158,25	1	17	3	-2	1249	104,1
	marzo	117	125	125	112	143,25	1	18	5	-4	1226	102,2
	abril	118	210	210	109	148	1	19	7	-6	1211	100,9
	mayo	119	92	92	109	128,5	1	20	9	-8	1198	99,8
	junio	120	60	60	107	121,75	1	21	9	-8	1189	99,1
	julio	121	30	30	105	98	-1	20	7	-8	1192	99,3
	agosto	122	55	55	103	59,25	-1	19	7	-8	1197	99,8
	septiembre	123	30	30	100	43,75	-1	18	7	-8	1206	100,5
	octubre	124	162	162	97	69,25	-1	17	7	-8	1221	101,8
	noviembre	125	90	90	95	84,25	-1	16	7	-8	1239	103,3
	diciembre	126	75	75	97	89,25	-1	15	7	-8	1259	104,9
2013	enero	127	20	20	100	86,75	-1	14	5	-6	1282	106,8
	febrero	128	112	112	92	74,25	-1	13	3	-4	1297	108,1
	marzo	129	120	120	97	81,75	-1	12	1	-2	1324	110,3
	abril	130	130	130	96	95,5	-1	11	-1	0	1346	112,2
	mayo	131	200	200	100	140,5	1	12	-1	2	1365	113,8
	junio	132	30	30	110	120	1	13	-1	2	1381	115,1
	julio	133	20	20	110	95	-1	12	-3	2	1393	116,1
	agosto	134	70	70	112	80	-1	11	-5	4	1405	117,1
	septiembre	135	75	75	115	48,75	-1	10	-5	4	1416	118,0
	octubre	136	125	125	115	72,5	-1	9	-5	4	1421	118,4
	noviembre	137	125	125	115	98,75	-1	8	-5	4	1429	119,1
	diciembre	138	120	120	120	111,25	1	9	-3	4	1431	119,3
2014	enero	139	112	112	115	120,5	1	10	-3	4	1429	119,1
	febrero	140	90	90	119	111,75	1	11	-3	4	1427	118,9

Fecha de la muestra		Mes	Precipitación (mm)	Precipitación mensual (mm)	TCH	Media móvil de 4 periodos	Mayor a 100 en promedio los últimos 6 meses	INDICE LLUVEX 100	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta de MEP (meses de exposición a P)	Delta anual de TCH	Delta promedio mensual al 12 de TCH
	marzo	141	112	112	119	108,5	1	12	-3	4	1424	118,7
	abril	142	120	120	115	108,5	1	13	-3	4	1424	118,7
	mayo	143	125	125	116	111,75	1	14	-3	4	1424	118,7
	junio	144	140	140	122	124,25	1	15	-3	4	1427	118,9
	julio	145	62	62	122	111,75	1	16	-3	4	1425	118,8
	agosto	146	25	25	123	88	-1	15	-5	4	1426	118,8
	septiembre	147	45	45	120	68	-1	14	-5	4	1423	118,6
	octubre	148	75	75	123	51,75	-1	13	-5	4	1418	118,2
	noviembre	149	190	190	117	83,75	-1	12	-5	4	1409	117,4
	diciembre	150	162	162	118	118	1	13	-3	4	1403	116,9
2015	enero	151	90	90	113	129,25	1	14	-1	2	1396	116,3
	febrero	152	105	105	116	136,75	1	15	1	0	1389	115,8
	marzo	153	70	70	119	106,75	1	16	3	-2	1379	114,9
	abril	154	150	150	115	103,75	1	17	5	-4	1366	113,8
	mayo	155	162	162	119	121,75	1	18	7	-6	1362	113,5
	junio	156	70	70	120	113	1	19	9	-8	1362	113,5
	julio	157	25	25	123	101,75	1	20	9	-8	1364	113,7
	agosto	158	60	60	120	79,25	-1	19	7	-8	1364	113,7
	septiembre	159	12	12	115	41,75	-1	18	5	-6	1367	113,9
	octubre	160	50	50	114	36,75	-1	17	5	-6	1373	114,4
	noviembre	161	125	125	111	61,75	-1	16	5	-6	1379	114,9
	diciembre	162	145	145	111	83	-1	15	5	-6	1385	115,4
2016	enero	163	20	20	106	85	-1	14	3	-4	1390	115,8
	febrero	164	30	30	106	80	-1	13	13	-3	1284	107,0
	marzo	165	63	63	106	64,5	-1	12	12	-2	1178	98,2
	abril	166	112	112	111	56,25	-1	11	11	-1	1072	89,3
	mayo	167	180	180	119	96,25	-1	10	10	0	961	80,1
	junio	168	200	200	122	138,75	1	11	11	1	842	70,2
	julio	169	62	62	123	138,5	1	12	12	0	720	60,0
	agosto	170	62	62	123	126	1	13	13	-1	597	49,8
	septiembre	171	30	30	121	88,5	-1	12	12	-2	474	39,5
	octubre	172	115	115	120	67,25	-1	11	11	-1	353	29,4
	noviembre	173	180	180	117	96,75	-1	10	10	0	233	19,4
	diciembre	174	180	180	116	126,25	1	11	11	1	116	9,7

## 12.1 Anexo 2. Medias Móviles de 2 a 12 periodos.

Media móvil de 2 periodos	Media móvil de 3 periodos	Media móvil de 4 periodos	Media móvil de 5 periodos	Media móvil de 6	Media móvil de 7	Media móvil de 8	Media móvil de 9	Media móvil de 10	Media móvil de 11	Media móvil de 12
101,5										
154	134,3333									
187,5	161	144,5								
162,5	175	158,25	145,6							
154	161	170,75	158,2	147,6667						
141,5	144,3333	152	161,6	152,6667	144,4286					
93,5	115	123,75	134	145	139,7143	134,125				
62,5	83,33333	102	111,6	122,1667	133,2857	130,125	126,2222			
75	70,66667	84,25	99	107,5	117,1429	127,5	125,3333	122,3		
108,5	93,33333	85,5	93,4	104,1667	110,7143	118,75	127,7778	125,8	123	
102,5	97,33333	88,75	83,4	90,33333	100	106,25	113,8889	122,5	121,1818	119
77,5	95	93	87	82,83333	88,85714	97,5	103,3333	110,5	118,6364	117,75
127,5	110	115	109,4	101,6667	96	99,625	106,1111	110,5	116,3636	123,3333
115	103,3333	96,25	103	100,3333	95	90,875	94,66667	101	105,4545	111,25
90	118,3333	108,75	102	106,6667	103,8571	98,75	94,66667	97,7	103,1818	107,0833
150	118,3333	132,5	122	114,1667	116,4286	112,75	107,2222	102,7	104,7273	109,1667
125	125	107,5	121	114,1667	108,5714	111,25	108,5556	104	100,1818	102,25
93,5	120,6667	121,75	108,4	119,5	113,8571	109	111,3333	108,9	104,7273	101,1667
59,5	64,66667	92,25	98,8	91,5	103,4286	100,5	97,66667	100,9	99,63636	96,58333
7	42	50,25	75,2	83,5	79,42857	91,375	90,11111	88,6	92,36364	91,91667
46,5	33,33333	53	57,4	77	83,85714	80,25	90,77778	89,7	88,36364	91,83333
93	64,33333	50	62,4	64,5	80,28571	85,875	82,44444	91,7	90,63636	89,33333
143,5	124,3333	95	77,4	83,16667	82	93,625	97,11111	92,9	100,3636	98,66667
112	108	102,5	83,4	70,66667	76,57143	76,375	87,33333	91,1	87,81818	95,08333
24,5	78,66667	84	84,4	71,5	62,28571	68,5	69,22222	79,8	83,90909	81,5
33,5	34,66667	72,75	78,2	79,5	69,14286	61,375	67	67,8	77,54545	81,5
87,5	62,33333	56	82,2	85,16667	85,28571	75,5	67,88889	72,3	72,54545	81,08333
157,5	123,3333	95,5	83,8	101	100,8571	99	88,77778	80,6	83,45455	82,75
182,5	161,6667	135	110,4	98,16667	110,8571	109,5	106,8889	96,9	88,72727	90,66667
116	142,3333	136,75	120,4	102,3333	93	104,75	104,2222	102,4	93,72727	86,5
62	98	122,25	121,8	110,6667	96,57143	89,125	100	100	98,72727	91,08333
62	62	89	110,2	111,8333	103,7143	92,25	86,11111	96,2	96,54545	95,66667
96	84,66667	79	97,2	113,5	114,4286	107	96,44444	90,5	99,27273	99,33333
105	90,66667	83,5	79,2	94,33333	108,7143	110,125	104	94,8	89,54545	97,66667
105	113,3333	100,5	92,8	87,66667	99,42857	111,375	112,3333	106,6	98	92,91667
96	90,66667	100,5	92,8	87,66667	84	94,75	105,8889	107,3	102,5455	95

Media móvil de 2 periodos	Media móvil de 3 periodos	Media móvil de 4 periodos	Media móvil de 5 periodos	Media móvil de 6	Media móvil de 7	Media móvil de 8	Media móvil de 9	Media móvil de 10	Media móvil de 11	Media móvil de 12
81	97,33333	93	100,4	94	89,42857	86	95,33333	105,3	106,6364	102,3333
150	120,6667	123	114,4	117	109,1429	103,25	98,66667	105,8	113,9091	114,4167
152,5	135	116,75	119,4	112,8333	115,2857	108,625	103,4444	99,3	105,7273	113,1667
146	164	148	130,8	130,6667	123,4286	124,25	117,3333	111,8	107,2727	112,5
143,5	130,6667	148	138,4	125,6667	126,2857	120,5	121,5556	115,6	110,7273	106,6667
102,5	130,6667	124,25	139,4	132,8333	122,7143	123,625	118,7778	119,9	114,6364	110,25
65	76,66667	104,25	104,4	120,3333	117,4286	110,5	112,6667	109,4	111,2727	107,1667
43,5	64	73	95,8	97,33333	112	110,5	105,1111	107,6	105,0909	107,1667
93,5	70,66667	79,25	83,4	100,6667	101,2857	113,625	112,1111	107,1	109,1818	106,75
125	104	84,25	88,4	90,33333	104,1429	104,25	114,8889	113,4	108,7273	110,5
127,5	126,6667	110,5	93,4	95,33333	96	107,375	107,1111	116,4	114,9091	110,5
115	118,3333	120	108,4	94,5	96	96,5	106,5556	106,4	114,9091	113,6667
100	110	113,75	116	107	95,28571	96,5	96,88889	105,9	105,8182	113,6667
118,5	112,3333	116,75	118,4	119,5	111,2857	100,5	101	100,9	108,7273	108,4167
131	120,6667	115,5	118,4	119,5	120,2857	113	103,2222	103,4	103,0909	110,0833
125	129	121,75	117,4	119,5	120,2857	120,875	114,3333	105,4	105,3636	104,9167
137,5	133,3333	134,25	127,4	122,8333	123,8571	124	124,1111	117,9	109,4545	109,0833
115	118,3333	120	123,4	119,5	116,7143	118,375	119,1111	119,7	114,4545	107
65	93,33333	101,25	106	111,1667	109,5714	108,375	110,7778	112,2	113,3636	109,0833
50	60	82,5	91	96,66667	102,4286	102,125	101,8889	104,7	106,5455	108,0833
75	66,66667	70	86	92,5	97,14286	102,125	101,8889	101,7	104,2727	106
87,5	75	68,75	71	84,16667	90	94,375	99,11111	99,2	99,27273	101,8333
97,5	98,33333	86,25	79	79,16667	89,28571	93,75	97,22222	101,2	101,0909	101
91	85,66667	89,25	81,4	76,16667	76,71429	85,875	90,22222	93,7	97,63636	97,83333
68,5	85,66667	83	86,4	80,33333	76	76,5	84,66667	88,7	92	95,75
62,5	62,33333	76,75	76,4	80,33333	76	72,75	73,55556	81,2	85,18182	88,5
87,5	83,33333	78	86,4	84,5	86,71429	82,125	78,55556	78,7	85,18182	88,5
93,5	79	78	74,8	82,33333	81,28571	83,625	79,88889	76,9	77,18182	83,25
85	98,33333	86,25	84	80,33333	86	84,625	86,33333	82,7	79,72727	79,75
81,5	75	87,5	80	79,16667	76,71429	82,125	81,33333	83,2	80,18182	77,66667
46	66,66667	65,5	77,4	72,83333	73,14286	71,75	77,11111	76,9	79	76,58333
24,5	34,66667	53	54,8	66,5	64,14286	65,5	65,11111	70,6	71	73,41667
48,5	44,66667	47,25	59,4	59,83333	69,14286	66,75	67,66667	67,1	71,90909	72,16667
67,5	49	46	47,8	57,83333	58,42857	66,75	64,88889	65,9	65,54545	70,08333
75	78,33333	61,75	56,8	56,5	63,85714	63,625	70,44444	68,4	69	68,41667
102,5	85	85	70,4	64,83333	63,42857	69	68,22222	73,9	71,72727	72
117,5	111,6667	96,25	94	80,33333	74,14286	71,75	75,77778	74,4	79	76,58333
135	125	118,75	105	101,6667	88,85714	82,375	79,33333	82,2	80,36364	84,08333
170	156,6667	143,75	135	120,8333	115,7143	102,75	95,44444	91,4	92,90909	90,33333

Media móvil de 2 periodos	Media móvil de 3 periodos	Media móvil de 4 periodos	Media móvil de 5 periodos	Media móvil de 6	Media móvil de 7	Media móvil de 8	Media móvil de 9	Media móvil de 10	Media móvil de 11	Media móvil de 12
205	183,3333	170	157	147,5	133,5714	127,5	114,6667	106,9	102,1818	102,6667
167,5	178,3333	168,75	161	151,6667	144,2857	132,5	127,2222	115,7	108,5455	104,0833
112,5	145	158,75	155	150,8333	144,2857	138,75	128,8889	124,5	114,2727	107,8333
110	115	138,75	151	149,1667	146,4286	141,25	136,6667	128	124,0909	114,75
97,5	98,33333	105	126	138,3333	138,5714	137,5	133,8889	130,5	123,1818	120
95	103,3333	102,5	107	124,1667	135	135,625	135	132	129,0909	122,5
135	115	116,25	113	115	128,5714	137,5	137,7778	137	134,0909	131,25
137,5	130	116,25	117	114,1667	115,7143	127,5	135,5556	136	135,4545	132,9167
120	131,6667	127,5	117	117,5	115	116,25	126,6667	134	134,5455	134,1667
102,5	108,3333	120	119	111,6667	112,8571	111,25	112,7778	122,5	129,5455	130,4167
135	130	127,5	133	130	122,1429	121,875	119,4444	120	128,1818	134,1667
141	122,3333	121,75	121,4	127	125,2857	119	119,1111	117,2	117,9091	125,5833
101	129	118	118,4	118,6667	123,8571	122,75	117,4444	117,7	116,0909	116,8333
102,5	100,6667	121,75	114,4	115,3333	116	120,875	120,2222	115,7	116,0909	114,75
70	81,66667	85,5	105,4	102	104,5714	106,5	111,8889	112,2	108,8182	109,75
45	63,33333	73,75	78,4	96,16667	94,57143	97,75	100,2222	105,7	106,5455	103,9167
47,5	45	58,75	68	72,83333	88,85714	88,375	91,88889	94,7	100,1818	101,4167
75	66,66667	60	68	74,16667	77,42857	90,875	90,22222	93,2	95,63636	100,5833
100	81,66667	73,75	67	72,5	77,14286	79,625	91,33333	90,7	93,36364	95,58333
97,5	100	86,25	79	72,5	76,42857	80	81,88889	92,2	91,54545	93,91667
60	71,66667	80	73	69,16667	65	69,375	73,33333	75,7	85,63636	85,58333
35	56,66667	66,25	74	69,16667	66,42857	63,125	67,22222	71	73,36364	82,66667
55	43,33333	57,5	65	71,66667	67,85714	65,625	62,77778	66,5	70	72,25
137,5	108,3333	86,25	89	90	92,14286	86,25	82,22222	78	80	82,08333
192,5	148,3333	123,75	103	102,5	101,4286	101,875	95,55556	91	86,36364	87,5
145	168,3333	141,25	123	105,8333	105	103,75	103,8889	98	93,63636	89,16667
142,5	151,6667	167,5	146	130	114,2857	112,5	110,5556	110	104,0909	99,58333
122,5	121,6667	133,75	150	135	122,8571	110	108,8889	107,5	107,2727	102,0833
100	121,6667	121,25	131	145	132,8571	122,5	111,1111	110	108,6364	108,3333
140	120	131,25	129	135,8333	147,1429	136,25	126,6667	116	114,5455	112,9167
230	193,3333	165	165	157,5	159,2857	166,25	154,4444	144	132,7273	130
245	216,6667	192,5	170	169,1667	162,1429	163,125	168,8889	158	148,1818	137,5
127,5	185	178,75	167	152,5	154,2857	150	152,2222	158,5	149,5455	141,25
111,5	137,6667	178,25	174,6	165,5	153,2857	154,75	150,8889	152,8	158,4545	150,25
151,5	122,6667	139,5	171,6	169,6667	162,5714	152,25	153,6667	150,3	152,0909	157,3333
210	192,6667	160,75	166,6	188,8333	184,7143	176,625	165,8889	165,8	161,6364	162,3333
191,5	176	171,5	150,2	156,8333	177,2857	175,125	169	160,1	160,5455	157,1667
89	151	149,5	151,2	136,8333	144,4286	163,875	163,4444	159,1	151,9091	153
85	92,66667	138,25	139,6	142,6667	131,5714	138,875	156,7778	157,1	153,7273	147,5833

Media móvil de 2 periodos	Media móvil de 3 periodos	Media móvil de 4 periodos	Media móvil de 5 periodos	Media móvil de 6	Media móvil de 7	Media móvil de 8	Media móvil de 9	Media móvil de 10	Media móvil de 11	Media móvil de 12
75	73,33333	82	120,6	124,6667	129,4286	121,375	129	146,1	147,3636	145,0833
59	72,66667	72	79,2	111,8333	116,5714	121,75	115,4444	122,9	139	140,75
149	116	112	103,6	104,3333	128,7143	130,75	133,7778	126,9	132,6364	146,5833
207,5	161	133,25	126,6	117,1667	115,8571	135,75	136,7778	138,9	132,1818	137
188	202	168,5	144,8	137,3333	127,7143	125,25	141,8889	142,2	143,6364	137,0833
180,5	182	194	168,8	149	142	133	130,2222	144,7	144,7273	145,8333
128,5	149,3333	158,25	172,6	155,1667	140,1429	135,125	127,8889	125,9	139,4545	139,9167
106	127,3333	143,25	151,6	164,6667	150,8571	138,25	134	127,6	125,8182	138,25
167,5	140,6667	148	156,6	161,3333	171,1429	158,25	146,2222	141,6	135,0909	132,8333
151	142,3333	128,5	136,8	145,8333	151,4286	161,25	150,8889	140,8	137,0909	131,5
76	120,6667	121,75	114,8	124	133,5714	140	150	141,8	133,4545	130,6667
45	60,66667	98	103,4	100,6667	110,5714	120,625	127,7778	138	131,6364	124,8333
42,5	48,33333	59,25	89,4	95,33333	94,14286	103,625	113,3333	120,5	130,4545	125,25
42,5	38,33333	43,75	53,4	79,5	86	86,125	95,44444	105	112,2727	122,0833
96	82,33333	69,25	67,4	71,5	91,28571	95,5	94,55556	102,1	110,1818	116,4167
126	94	84,25	73,4	71,16667	74,14286	91,125	94,88889	94,1	101	108,5
82,5	109	89,25	82,4	73,66667	71,71429	74,25	89,33333	92,9	92,36364	98,83333
47,5	61,66667	86,75	75,4	72	66	65,25	68,22222	82,4	86,27273	86,33333
66	69	74,25	91,8	81,5	77,71429	71,75	70,44444	72,6	85,09091	88,41667
116	84	81,75	83,4	96,5	87	83	77,11111	75,4	76,90909	88
125	120,6667	95,5	91,4	91,16667	101,2857	92,375	88,22222	82,4	80,36364	81,33333
165	150	140,5	116,4	109,5	106,7143	113,625	104,3333	99,4	93,09091	90,33333
115	120	120	118,4	102	98,14286	97,125	104,3333	96,9	93,09091	87,83333
25	83,33333	95	100	102	90,28571	88,375	88,55556	95,9	89,90909	87
45	40	80	90	95	97,42857	87,75	86,33333	86,7	93,54545	88,25
72,5	55	48,75	79	87,5	92,14286	94,625	86,33333	85,2	85,63636	92
100	90	72,5	64	86,66667	92,85714	96,25	98	90,2	88,81818	88,91667
125	108,3333	98,75	83	74,16667	92,14286	96,875	99,44444	100,7	93,36364	91,83333
122,5	123,3333	111,25	103	89,16667	80,71429	95,625	99,44444	101,5	102,4545	95,58333
116	119	120,5	111,4	104,5	92,42857	84,625	97,44444	100,7	102,4545	103,25
101	107,3333	111,75	114,4	107,8333	102,4286	92,125	85,22222	96,7	99,72727	101,4167
101	104,6667	108,5	111,8	114	108,4286	103,625	94,33333	87,9	98,09091	100,75
116	107,3333	108,5	110,8	113,1667	114,8571	109,875	105,4444	96,9	90,81818	99,91667
122,5	119	111,75	111,8	113,1667	114,8571	116,125	111,5556	107,4	99,45455	93,66667
132,5	128,3333	124,25	117,4	116,5	117	118	118,7778	114,4	110,3636	102,8333
101	109	111,75	111,8	108,1667	108,7143	110,125	111,7778	113,1	109,6364	106,3333
43,5	75,66667	88	94,4	97,33333	96,28571	98,25	100,6667	103,1	105,0909	102,5833
35	44	68	79,4	86,16667	89,85714	89,875	92,33333	95,1	97,81818	100,0833

Media móvil de 2 periodos	Media móvil de 3 periodos	Media móvil de 4 periodos	Media móvil de 5 periodos	Media móvil de 6	Media móvil de 7	Media móvil de 8	Media móvil de 9	Media móvil de 10	Media móvil de 11	Media móvil de 12
60	48,33333	51,75	69,4	78,66667	84,57143	88	88,22222	90,6	93,27273	95,91667
132,5	103,3333	83,75	79,4	89,5	94,57143	97,75	99,33333	98,4	99,63636	101,3333
176	142,3333	118	99,4	93,16667	99,85714	103	104,8889	105,6	104,1818	104,8333
126	147,3333	129,25	112,4	97,83333	92,71429	98,625	101,5556	103,4	104,1818	103
97,5	119	136,75	124,4	111,1667	98,85714	94,25	99,33333	101,9	103,5455	104,25
87,5	88,33333	106,75	123,4	115,3333	105,2857	95,25	91,55556	96,4	99	100,75
110	108,3333	103,75	115,4	127,8333	120,2857	110,875	101,3333	97,4	101,2727	103,25
156	127,3333	121,75	115,4	123,1667	132,7143	125,5	116,5556	107,4	103,2727	106,3333
116	127,3333	113	111,4	107,8333	115,5714	124,875	119,3333	111,9	104	100,5
47,5	85,66667	101,75	95,4	97	96	104,25	113,7778	109,9	104	97,41667
42,5	51,66667	79,25	93,4	89,5	91,71429	91,5	99,33333	108,4	105,3636	100,3333
36	32,33333	41,75	65,8	79,83333	78,42857	81,75	82,66667	90,6	99,63636	97,58333
31	40,66667	36,75	43,4	63,16667	75,57143	74,875	78,22222	79,4	86,90909	95,5
87,5	62,33333	61,75	54,4	57	72	81,75	80,44444	82,9	83,54545	90,08333
135	106,6667	83	78,4	69,5	69,57143	81,125	88,77778	86,9	88,54545	88,66667
82,5	96,66667	85	70,4	68,66667	62,42857	63,375	74,33333	81,9	80,81818	82,83333
25	65	80	74	63,66667	63,14286	58,375	59,66667	69,9	77,18182	76,58333
46,5	37,66667	64,5	76,6	72,16667	63,57143	63,125	58,88889	60	69,27273	76
87,5	68,33333	56,25	74	82,5	77,85714	69,625	68,55556	64,2	64,72727	72,83333
146	118,3333	96,25	81	91,66667	96,42857	90,625	81,88889	79,7	74,72727	74,33333
190	164	138,75	117	100,8333	107,1429	109,375	102,7778	93,7	90,63636	85,16667
131	147,3333	138,5	123,4	107,8333	95,28571	101,5	104,1111	98,7	90,81818	88,25
62	108	126	123,2	113,1667	101,2857	91,125	97,11111	99,9	95,36364	88,41667
46	51,33333	88,5	106,8	107,6667	101,2857	92,375	84,33333	90,4	93,54545	89,91667
72,5	69	67,25	93,8	108,1667	108,7143	103	94,88889	87,4	92,63636	95,33333
147,5	108,3333	96,75	89,8	108,1667	118,4286	117,625	111,5556	103,4	95,81818	99,91667
180	158,3333	126,25	113,4	104,8333	118,4286	126,125	124,5556	118,4	110,3636	102,8333